This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

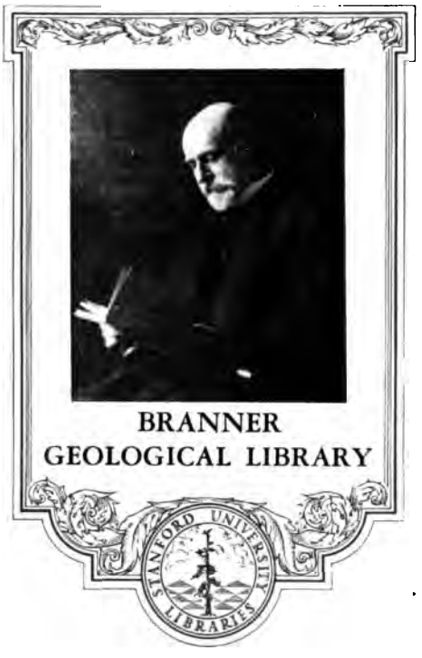
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.


BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY

BEITRÄGE

ZUR

GEOLOGISCHEN KARTE DER SCHWEIZ

HERAUSGEGEBEN VON DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT

NEUE FOLGE, VII. LIEFERUNG

DES GANZEN WERKES 37. LIEFERUNG

GEOLOGIE DES CALANDA

mit einer geologischen Karte in 1:50,000

von

Dr. **CHR. PIPEROFF**

BERN

IN KOMMISSION BEI SCHMID & FRANCKE (VORMALS J. DALPSCHE BUCHHANDLUNG)

1897

Buchdruckerei Stämpfli & Cie. in Bern

Gm1

554.14
C44c

785979

Vorwort.

Nachdem durch die Aufnahme der geologischen Karte der Schweiz viel neues Licht in die Stratigraphie und Tektonik der Schweizeralpen gebracht war, genügten die älteren geologischen Untersuchungen des Calanda den Forderungen der fortgeschrittenen Wissenschaft nicht mehr. Die Entdeckung und genaue Untersuchung der Glarner Doppelfalte liess ein genaues Studium des Calanda, der das östlichste Ende jener Falte bildet, notwendig erscheinen. Bei der Aufnahme des Blattes XIV der geologischen Karte der Schweiz veranstaltete man aber keine erneute Untersuchung des Calandagebietes, sondern benutzte die Untersuchungen *Eschers* und namentlich *Theobalds*. Diese Umstände veranlassten meinen verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Alb. *Heim*, mir die genauere Untersuchung des Calandagebietes zum Entwurf einer neuen geologischen Karte desselben zu überlassen. Ich begann die geologische Revision im Sommer 1893 und führte sie im Sommer 1894 zu Ende. Der Wiedergabe meiner Untersuchungsresultate sollen die folgenden Seiten gewidmet sein.

Es bleibt mir noch die angenehme Pflicht, der fortwährenden Anleitung zum Beobachten und selbständigen Arbeiten im Gebiete der geologischen Disciplinen, die mir von seiten meines hochverehrten Lehrers Herrn Prof. Dr. Alb. *Heim* zu Teil geworden ist, dankend zu gedenken. Seine anregenden Collegia, sowie seine vorzüglich geleiteten geologischen Exkursionen werden mir immer eine angenehme Erinnerung an meine Studienzeit in Zürich bleiben. Nicht minder drängt es mich, Herrn Prof. Dr. U. *Grubenmann* für das lebhafte Interesse, welches er allezeit meinen Studien entgegengebracht, meinen tiefgefühlten Dank

auszusprechen. Ich danke auch den Herren Dr. A. *Rothpletz* in München und Prof. Dr. Chr. *Tarnuzzer* in Chur für die rege Anteilnahme, die sie dem Gelingen vorliegender Arbeit entgegenbrachten. Für manche redaktionelle Verbesserungen des Textes — als Bulgaren ist mir das Deutsche eine schwierige Fremdsprache — bin ich meinem Studienfreund, Herrn Dr. Leo *Wehrli*, Geolog, zur Zeit in Buenos-Ayres, freundschaftlich dankbar.

Chr. Piperoff,

z. Z. in Philippopel (Bulgarien).

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort III
Inhaltsverzeichnis V
Einleitung VII
Litteratur über das Gebiet des Calanda . . . IX

Erster Teil.

Stratigraphie 1
1. Verrucano 1
2. Röthidolomit 3
3. Lias und Dogger 4
4. Malm 5
5. Neocom 12
6. Schrattenkalk 13
7. Gault 13
8. Seewerkalk 13
9. Eocän 14

Zweiter Teil.

Tektonik 16
1. Der Bau des Calanda 16
2. Der Calanda und die Glarner Doppelfalte 25

Dritter Teil.

Jüngere Bildungen, Quellen, Bergbau . . . 28
1. Bergsturzreste im Rheinthal von Chur bis Reichenau 28

Seite

2. Gletscherwirkungen 41
a. Moränen 41
b. Erratische Blöcke 43
c. Gletscherschliffe und Rundhöcker . . 45
3. Erosion und Alluvion 45
a. Erosion und Thalbildung (Terrassen) . 45
b. Bachalluvionen und Schuttkegel . . . 54
c. Schutthalden und Bergstürze 54
4. Lössablagerungen 55
5. Quellenverhältnisse 56
a. Allgemeines über die Quellenverhältnisse am Calanda. Trinkwasserquellen 56
b. Die Therme von Friewis 56
c. Die Therme von Pfäfers 57
6. Bergwerke und Steinbrüche 60
a. Das Goldbergwerk zur „Goldenen Sonne“ 60
b. Goldgewinnung aus dem Rheinsand . 62
c. Bergwerk zum Gnapperkopf 62
d. Die Schieferbrüche bei Vadura . . . 62
e. Steinbrüche bei Ragaz, Untervaz etc. . 63
Zusammenfassung der hauptsächlichsten Resultate 63
Bemerkungen zur Karte 65

Litteratur über das Gebiet des Calanda.

1. **B. Studer.** *Geognostische Bemerkungen über einige Teile der nördlichen Alpenkette.* (K. C. von Leonhards Zeitschrift für Mineralogie. Jahrgang 1827, Bd. 1.)
2. **Rœder und Tscharner.** *Der Kanton Graubünden.* Erste Abteilung. St. Gallen und Bern 1838.
3. **A. Escher von der Linth.** *Über die Thermalquelle von Pfäfers.* (Mitteilungen der Zürcher naturforschenden Gesellschaft 1847.)
4. **B. Studer.** *Geologie der Schweiz.* Bd. 1 und 2. Bern und Zürich 1851—1853.
5. **G. Theobald.** *Der Calanda.* (Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. Neue Folge, 1. Jahrgang, 1854—1855.)
6. **G. Theobald.** *Nachträgliches über den Calanda* (mit einer Tafel). (Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. 2. Jahrg. 1855—1856.)
7. **G. Theobald.** *Zur Kenntnis des Bündner Schiefers.* (Jahresbericht der naturforsch. Gesellsch. Graubündens. 5. Jahrg. 1858 1859.)
8. *Die Mineralquelle Pfäfers.* (An die Zürcherische Jugend von der naturf. Gesellsch. LXIII. Neujahrsstück. Auf das Jahr 1861.)
9. **B. Studer und A. Escher von der Linth.** *Carte géologique de la Suisse.* 2e édition par J. Bachmann 1 : 380,000, mit Erläuterungen von B. Studer. 1867.
10. **G. Theobald.** *Geologische Beschreibung der Gegend von Ragaz und Pfäfers.* (In Dr. J. Fr. Kayser, Die Therme von Ragaz-Pfäfers. 5. Auflage. St. Gallen 1869.)
11. **C. Mösch.** *Der Jura in den Alpen der Ostschweiz.* Zürich 1872.
12. **Alb. Heim.** *Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe.* 2 Bde. und 1 Atlas. Basel 1878.
13. **P. Plattner.** *Geschichte des Bergbaues der östlichen Schweiz.* Chur 1878.
14. **A. Bodmer.** *Terrassen und Thalstufen in der Schweiz.* Ein Beitrag zur Erklärung der Thalbildung. Inaugural-Dissertation. Zürich 1880.
15. **Fr. Pfaff.** *Petrographische Untersuchungen über den eocänen Thonschiefer der Glarner Alpen.* (Sitzungsbericht der k. bayr. Akad. der Wissenschaften. Math.-phys. Klasse 1880.)
16. **A. Heim.** *Über Bergstürze* (mit 1 Tafel). (Neujahrsblatt der Zürcher naturforsch. Gesellschaft 1882.)

17. **A. Heim.** *Die Schweizer Erdbeben von 1879—1880.* Das Graubündner Beben vom 7. Januar 1880. Mit einer Karte. Bern 1881.

18. **A. Heim.** *Der alte Bergsturz von Flims.* (Jahrbuch des Schweizer Alpenclub. XVIII. 1882.)

19. **A. Rothpletz.** *Zum Gebirgsbau der Alpen beiderseits vom Rhein* mit 2 Tafeln. (Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. Bd. 35. 1883.)

20. **J. G. Amstein.** *Die Mollusken Graubündens* auch Lössmollusken). Jahresbericht der naturforsch. Gesellschaft Graubündens 1884.)

21. **Alb. Schädler.** *Ragaz-Pfäfers. Die Heilwirkungen seiner Therme. Lage und Klima.* St. Gallen 1886.

22. **Chr. Walkmeister.** *Aus der Geschichte des Bergbaues in den Kantonen Glarus und Graubünden.* Jahresber. St. Gallisch. naturwissenschaftl. Gesellschaft 1887.

23. **E. Beshard.** *Das Goldbergwerk „zur goldenen Sonne" am Calanda.* (Jahrbuch des Schweizer Alpenclub 1889—1890.

24. **A. Heim.** *Geologische Karte der Schweiz,* 1 : 100,000. Blatt XIV. 1885.

25. **A. Heim und C. Schmidt.** *Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz.* Lfg. 25. Text zur geolog. Karte. Bl. XIV. Bern 1891.

26. **Samuel Plattner.** *Bad und Burg Frieuis.* („Allgemeines Fremdenblatt". Nr. 16. Chur 1893.)

27. **G. Theobald.** *Naturbilder aus den Rhätischen Alpen.* Ein Führer durch Graubünden. 1. Aufl., Chur 1860. 2. Aufl., Chur 1862. 3. Aufl., bearbeitet von Dr. Chr. Tarnuzzer, Chur 1893.

28. **A. Rothpletz.** *Ein geologischer Querschnitt durch die Ost-Alpen, nebst Anhang über die sogen. Glarner Doppelfalte.* Stuttgart 1894.

29. **Alb. Heim und C. Schmidt.** *Geologische Karte der Schweiz,* 1 : 500.000. 1894.

30. **Fl. Kayser.** *Naturkundliche Forschungen im Gebiete des Kantons St. Gallen.* Vortrag. St. Gallen 1894.

31. **Chr. Tarnuzzer.** *Die Tomas-Landschaft von Chur, Ems und Reichenau.* (Vortrag. gehalten in der naturforschenden Gesellschaft Graubündens am 5. Dez. 1894.) (Der „Freie Rhätier" Nr. 288, 289, 291 und 292 vom 8., 9., 12. und 15. Dez. 1894.)

32. **F. P. Treadwell.** *Chemische Untersuchung der Thermalquellen Pfäfers.* Ragaz 1895.

33. **A. Rothpletz.** *Über das Alter des Bündnerschiefers.* (Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. Heft I, 1895.)

34. **Arnold Escher von der Linth.** *Tagebuch,* Bd. I, II und V, 1834, 1840 und 1842. Im Manuskript (schriftlicher Nachlass) aufbewahrt in der geologischen Sammlung des eidg. Polytechnikums in Zürich.

Einleitung.

Westlich von Chur erhebt sich der Calanda. Von zwei tief eingeschnittenen Thälern — Kunkelspass-Taminathal einerseits, Churer Rheinthal andererseits — begrenzt, hat er das Aussehen eines selbständigen hohen Gebirges, dessen Zusammenhang nach Westen, mit den Glarner Alpen, nur geologisch bewiesen wird.

Die allgemeine Richtung der Gratlinie ist in der südwestlichen Hälfte SSW—NNE; gegen die Mitte zu biegt sie mehr gegen Norden um und zieht endlich im nördlichen Teile S-N. Während der östliche Abhang ziemlich flache Neigung zeigt, brechen die westlichen Wände steil ab. Der Calanda bietet deshalb von Vättis aus (trotz der höheren Lage des Taminathales, cirka 950 m ü. M.) einen viel imposanteren Anblick als von Chur aus (cirka 600 m).

Von Chur aus erscheint der Calanda doppelgipflig. Der nördliche Gipfel (auf der topographischen Karte 1 : 50,000 als Haldensteiner Calanda, auf der Dufourkarte 1 : 100,000 als Weibersattel bezeichnet) hat eine Höhe von 2808 m; der südliche (in der 1 : 50,000-Karte Felsberger-Calanda, in der anderen Männersattel benannt)[1]) ist 2700 m hoch. Trotz seiner beträchtlichen Höhe trägt der Calanda keine bleibende Schneedecke.

Der Berg ist verhältnismässig leicht zugänglich; eine grosse Zahl bequemer Fusswege führt auf seine schönen im Hochsommer besiedelten Alpen (Taminser-, Felsberger-, Haldensteiner-, Mastrilser-, Maton-,

[1]) Diese Benennungen müssen auf der Dufourkarte verwechselt sein, denn von Chur aus gesehen hat nicht der nördliche, sondern der südliche Gipfel das Aussehen eines Damensattels, während der nördliche einem Herrensattel ähnlich sieht, und auch Einheimische haben mir diese Gipfel entsprechend benannt. Um Irrtümer zu vermeiden, werden wir die Bezeichnungen der neueren topographischen Karte: Haldensteiner und Felsberger Calanda beibehalten.

Gratalp etc.). Eine Ausnahme machen die westlichen, steilen Abhänge des Felsberger und Haldensteiner Calanda, die fast unzugänglich sind. Es giebt nur zwei Wege, auf denen der Calanda von dieser Seite erstiegen werden kann: der eine, nur mit Führer zu machen, führt von Vättis aus durch das Haldensteiner Schafthäli über den Grat hinauf nach dem Haldensteiner Calanda oder der Klubhütte (sehr bequem, 1891 von der Sektion Rhätia des S. A. C. gebaut); der andere geht auch von Vättis aus, rechts hinauf über Gnapperkopf, vor Schrötter rechts dem Bache entlang aufwärts und dann links Salaz zu.

In geologischer Beziehung bietet der Calanda ein grosses Interesse. In den ganzen Schweizeralpen findet sich kaum eine andere Stelle, wo auf einem verhältnismässig so kleinen Gebiete fast alle Sedimentformationen der östlichen Schweizeralpen (vom Verrucano bis zum Eocän) vertreten wären. Trotzdem war der Calanda bis zur letzten Zeit eine der wenigst bekannten Gegenden der Schweizeralpen. 1834 machte *Arnold Escher von der Linth* Exkursionen in diesem Gebiete, die er im Jahre 1842 wiederholte. Er entwarf danach eine geologische Kartenskizze auf Grundlage der topographischen Karte des Kantons St. Gallen 1 : 25,000, Blatt Tamina. Herr Prof. Dr. *A. Heim* hatte die Güte, mir das betreffende Manuskript zur Verfügung zu stellen. Später, in den Jahren 1854—56, veröffentlichte der Bündner Geologe Prof. *G. Theobald* in den Jahresberichten der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens die Resultate seiner geologischen Untersuchungen. Diese geologische Skizze ist von einem S-N Profil durch den Calanda begleitet, jedoch ohne geologische Karte. Für die späteren Arbeiten von *Theobald* über den Calanda vgl. das vorangehende Litteraturverzeichnis.

Erster Teil.

Stratigraphie.

Der Calanda besteht ausschliesslich aus Sedimentgesteinen; an seinem Bau nehmen alle Sedimente der Schweizeralpen vom Verrucano bis zum Eocän in normaler und ununterbrochener Reihe Teil; von Süden (bei Reichenau) beginnend, durchlaufen wir gegen Norden (Ragaz) die Reihe: Verrucano, Röthidolomit, den ganzen Jura, die ganze Kreide und Eocän. Wir erhalten ein solches Profil mit einigen Wiederholungen an den Stellen, wo die Erosion die tiefer liegenden Gesteine entblösst hat, wenn wir von Tamins abwärts dem Rhein entlang nach Ragaz gehen, oder noch besser auf dem Wege von Vättis durch das Taminathal nach Ragaz.

In der folgenden Beschreibung verfolgen wir die stratigraphische Reihe von unten nach oben und innerhalb jeder Gruppe lokal von Süden nach Norden.

1. Verrucano.

Der Verrucano tritt am Calanda in zwei Ausbildungsformen an zwei verschiedenen Orten auf.

Die eine findet sich im Rheinthal zwischen Tamins und Felsberg. Es ist ein grünliches, schiefriges Gestein, von Sericitschüppchen und Kalkadern durchsetzt. Mikroskopisch untersucht[1]) zeigt das Gestein grosse Ähnlichkeit mit dem von *Wehrli*[2]) beschriebenen gequetschten Dioritporphyrit von

[1]) Die untersuchten Handstücke und Präparate stammen von dem Felsen auf halbem Wege zwischen Tamins und Felsberg.

[2]) Vgl. Dr. *Leo Wehrli*, das Dioritgebiet von Schlans bis Dissentis; Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, Lfg. VI, neue Folge, pag. 47–50.

Somvix (Ilanzer Varietät des Verrucano). Wie dieser hat unser Gestein porphyrische Struktur mit Einsprenglingen von Feldspäten (Orthoklase und Plagioklase) und Magnetiten. Die Grundmasse zeigt Fluidalstruktur und besteht aus Feldspat, Quarz, Sericit und Carbonat. Die Sericitschüppchen häufen sich an den Einsprenglingen an und dringen öfters in diese letzteren ein. Die Einsprenglinge zeigen keine scharfen Kanten; ihre Ränder werden öfters calcitisch. An manchen Orthoklasen ist auch beginnende Lamellierung zu sehen. Unser Gestein unterscheidet sich vom Somvixer Gestein hauptsächlich dadurch, dass die Feldspateinsprenglinge mehr Orthoklase als Plagioklase sind, während bei Somvix das Umgekehrte der Fall ist.

Hier haben wir es also mit einem durch den Gebirgsdruck schiefrig gequetschten, dem Dioritporphyrit von Somvix nahe stehenden Gesteine zu thun.

Die andere Form des Verrucano steht im Taminathal, östlich von Vättis, an. Er hat dort mehr conglomeratische Ausbildung und ist rötlich gefärbt. Es lassen sich darin unterscheiden: Quarz, Orthoklaszwillinge, Sericithäute etc.

2. Röthigruppe.

Der Übergang vom Verrucano zum Röthidolomit ist nicht überall unvermittelt. Bei Tschingels (1003 m), am Südabhange des Calanda, finden wir oben massigen Röthidolomit, unten grünlichen, schiefrigen Verrucano, dessen Schieferung und Schichtung 40° SSE gegen das Thal fällt. Dazwischen liegen, zirka 12 mal wiederholt, Schichten von Röthidolomit und von Verrucano mit Quarzgängen, alles 60° NNW fallend und wellig verbogen. Die Verrucanozwischenschichten sind ausserdem stark transversal geschiefert. In der Nähe der Röthidolomitbänke geht dieses Clivage parallel der Schichtung und macht sogar die kleinsten Umbiegungen der Schichten mit; gegen die Hauptbänke des Verrucano zu fällt es mit 50° gegen Süden quer zur Schichtung; in der letzten Zwischenschicht wendet es sich, um in den Hauptbänken des Verrucano mit 40° gegen Süden, quer zur Schichtung, zu fallen. Das NNW-Fallen der Schichten nimmt ab, sie biegen um und fallen dann nach

Süden. Unten, im Rheinthal, streichen sie N 75° E und fallen 70° SE. An dieser Stelle sind Clivage und Schichtung parallel.

Aus Obigem geht hervor, dass der Röthidolomit nach unten direkt an den Verrucano grenzt, dass also keine anderen Schichten der Röthigruppe unter dem Dolomit anzutreffen sind.

Der Röthidolomit ist am Calanda typisch ausgebildet: inwendig bläulich-grau oder hell-rötlich-gelb, an der Oberfläche staubig-mehlig, gelb bis rot angewittert; sehr oft sind Sericithäute zwischen den Schichten zu finden. Er bildet scharf getrennte Bänke von $^1/_2$ Centimeter bis zu mehreren Metern Mächtigkeit. Von dem Dolomit des oberen Malm (Tithon) unterscheiden ihn namentlich die Quarzgänge, die ihm fast nie ganz fehlen.

Im Schutte bei Girsch liegen grosse Blöcke einer Breccie aus Stücken von gelbem Röthidolomit; sie scheint aus der Nähe, von Vogelsang her, zu stammen, doch fand ich sie am Calanda nicht anstehend.

Quartenschiefer giebt es auf der Taminaseite des Calanda ob dem Gnapperkopf. Es sind violette, seidenglänzende, glimmerige Thonschiefer von 2—3 m Mächtigkeit. In den unteren Lagen werden sie mehr bankig und dolomitisch und gehen so allmählich in den Röthidolomit über, der hier Ausblühungen von Malachit aufweist. Auf der Südseite konnte ich die Quartenschiefer nicht finden; vielleicht sind sie dort verschüttet.

Auf den Röthidolomit (oder Quartenschiefer) folgen weisse, kalkige Quarzsandsteine, mit kleinen (unter 1 mm grossen) Stückchen von Röthidolomit, die viel weissen Sericit enthalten.

Der Röthidolomit ist wie anderswo, so auch am Calanda, schon aus der Ferne an seiner charakteristischen, intensiv rötlich-gelben Farbe leicht erkennbar. So lassen sich von Ils Auts im Rheinthal die gelben Röthidolomitwände am Südabhange des Calanda mit ihrer kleinen Mulde ob Tschingels genau verfolgen.

Am Calanda hat der Röthidolomit die gleiche Verbreitung wie sein Liegendes, der Verrucano. Am Südabhange, in der Umgebung von Tamins, reicht er hinab bis zum Rheine; am Westabhange, im Taminathal, liegt er überall auf dem Verrucano. Die Mächtigkeit mag 80 m erreichen.

3. Lias und Dogger.

Auf die Röthigruppe folgen schwarzgraue Thonschiefer; sie treten am Südabhange, sowie im Tamina-Thal auf. Am Calanda sind diese Schiefer vollständig petrefaktenleer. Im Tamina-Thale treffen wir auf der Ringelspitzseite, im Ramuztobel, folgendes Profil (von oben nach unten):

Schiltkalk mit Petrefakten.

Ornaten-Thone, schwarze, glänzende Thonschiefer, ohne Petrefakten (4 m).

Eisenoolith, mit Thuringit (Chlorit) (2 m).

Crinoidenkalk mit Pecten, Belemniten und Trigonien-ähnlichen Bivalven (4 m, dazwischen 2 m Schiefer).

Brauner Eisensandstein (6 m), endlich

Glänzende, schwarze Schiefer mit 5—20 cm mächtigen Kalklagen, die eine Menge von kleinen Petrefakten enthalten. In diesen Bänken finden sich auch Knollen von Quarzit und braunem Eisensandstein, die im oberen Teile reichlicher werden (20—30 m).

Darunter Röthidolomit.

In den Kalkbänken der schwarzen Schiefer sind folgende Petrefakten enthalten: Rhynchonella cynocephala Rich., Rhynchonella cf. mutans Rothpletz, Pecten (Amusium) personatus Zieten, cf. Pseudomonotis elegans Münst., cf. Cuculea inaequivalvis Goldf., Inoceramus cf. polyplocus?, Terebratula? sp.,

Daraus ergiebt sich, dass die schwarzen Schiefer Opalinusschiefer, Schichten des Ammonites (Harpoceras) Opalinus sind, die nach den deutschen Geologen dem unteren Dogger, nach manchen schweizerischen Geologen dem obern Lias angehören. Das sind die Bildungen, die direkt auf dem Röthidolomit liegen; der eigentliche Lias findet sich also in unserem Gebiete nicht.

Die an Quarzitknollen reicheren Schichten vom obern Teile der Opalinusschiefer im Ramuztobel finden sich auch an der goldenen Sonne wieder, wo sie in graue, sericitische, knollige Quarzitschiefer übergehen. Dies ist das Muttergestein, welches von den goldführenden Quarzgängen durchzetzt ist und in welches der obere Stollen des alten Bergwerks getrieben wurde. Sie haben

eine Mächtigkeit von cirka 15 m und enthalten keine Petrefakten. *Theobald* und *Escher* haben sie für Lias gehalten; ihrer Lage auf dem Opalinusschiefer nach wäre ich eher geneigt, sie für Dogger zu halten. Eine scharfe Grenze gegen den Eisensandstein des Dogger ist nicht festzustellen; der Übergang wird durch Bänke von Eisensandstein gebildet, die in dem Quarzitschiefer eingelagert sind.

Während die Quarzitschiefer fehlen können, finden sich die übrigen Stufen des Doggers: Eisensandstein, Crinoidenkalk und Eisenoolith überall.

Der Eisensandstein liegt stellenweise in den Quarzitschiefern eingelagert, oder er ruht, wo diese fehlen, direkt auf dem Opalinusschiefer; er ist der typische Eisensandstein des Doggers der Schweizeralpen, ein schwerer, stark eisenschüssiger, inwendig blaugrauer, aussen braun anwitternder Sandstein und enthält viele unbestimmbare Petrefacten (1—5 m).

Der Crinoidenkalk ist ein dunkler, krystallinischer, braun anwitternder Kalkstein. Er enthält paläontologisch unbestimmbare Bruchstücke von kleinen Echinodermen, wird sogar stellenweise ganz aus diesen gebildet; ausserdem habe ich noch viele Belemniten und Pecten ambiguus? darin gefunden. (Mächtigkeit bis 5 m.)

Der Eisenoolith stellt einen braunen, stark eisenhaltigen Kalkstein dar, in welchem in ganz dünnen Schichten 1 mm grosse, konzentrisch schalige Körnchen von dunkelbraunem Hämatit vorkommen; durch Quetschung ist ihre runde Form in eine flach elliptische umgewandelt. Das Gestein führt auch stark glänzendes, krystallisiertes Magneteisen.

Von Petrefakten fanden sich: Ostrea Marshi Sow. und Belemnites canaliculatus Blainv.

Mächtigkeit 2—4 m, an der goldenen Sonne 6—7 m.

4. Malm.

1. Ornaten-Thone. Auf den Eisenoolith folgen die zum unteren Oxford gezählten Ornaten-Thonschiefer. Als gute Aufschlüsse sind die schon vorher erwähnten Stellen von der goldenen Sonne und Ramuztobel zu nennen. Oberhalb Gnapperkopf dürften sie auch vorhanden sein; ich

konnte sie jedoch, da dort Alles verschüttet ist, und wenig mächtige Schichten leicht der Beobachtung entgehen, nicht nachweisen.

Diese Schiefer des unteren Oxford scheinen am ganzen Calanda den Grenzhorizont zwischen dem Malm und dem Eisenoolith zu bilden. An der goldenen Sonne sind es einige Meter mächtige, graue Kalkschiefer; im Ramuztobel sind sie viel dunkler, schwärzlich. An beiden Orten liegen sie direkt dem Eisenoolith auf. Im Ramuztobel fand *Heim*[1]) unbestimmbare Belemniten darin.

2. Schiltkalk. Über die Lokalitäten mit guten Aufschlüssen dieses Gesteins gilt das vorher von den Ornaten-Thonen Gesagte. Es ist ein an der Oberfläche gelb- und graufleckiger Kalkschiefer, inwendig gelblich und rötlich gestreift. Die Flecken rühren von Petrefakten her und wurden durch Quetschung zu Streifen ausgezogen. Die Streifen sind von glänzendem Talk überzogen. Petrefakten fand ich an der goldenen Sonne keine; im Ramuztobel hingegen waren solche vorhanden, jedoch stark gequetscht und deformiert, wie es in diesem Gesteine das Gewöhnliche ist, und deshalb nicht bestimmbar.

3. Hochgebirgskalk. Am Calanda spielt der Hochgebirgskalk die weitaus wichtigste Rolle von allen Gesteinen der Malmserie. Im unteren Teil, dem Quintnerkalk, ist er ein dichter, reiner oder dolomitischer Kalkstein von muscheligem Bruch, klingt beim Anschlagen mit dem Hammer und ist inwendig blauschwarz, aussen hell blaugrau angewittert. Wegen seines Magnesiagehaltes nannte ihn *Theobald*[2]) Hochgebirgsdolomit. Stellenweise kommen an der grauen Oberfläche grosse schneeweisse Flecken vor, die wahrscheinlich ein Produkt der stärkeren Verwitterung dieser Stellen sind. Wie überall, so ist auch in unserem Gebiete der Quintnerkalk äusserst petrefaktenarm. Von Organismenresten habe ich im Ganzen nur zwei Exemplare von Belemnites semisulcatus Münst. gefunden und auch diese eigentlich nicht am Calanda, sondern im Gebiete der Grauen Hörner, bei Suttersboden. Der auffallend faulige Geruch der sich beim Anschlagen dieses Gesteins verbreitet, weist auf die Verwesung der organischen Reste im Malm hin.

---

[1]) *A. Heim*, Mechanismus der Gebirgsbildung. I. pag. 66.
[2]) *G. Theobald*, Der Calanda. Pag. 9 ff.

Ein schönes Profil von Hochgebirgskalk gewinnt man an den Gehängen von Felsberg thalauswärts bis nach Haldenstein. In der Nähe von Felsberg sieht man alle Abänderungen des unteren Hochgebirgskalkes. Die Schichten streichen N 35° E und fallen 30° SE. Zuerst kommen graue, weissgestreifte, glänzende, schiefrige Kalke, dann verschwinden die weissen Streifen allmählich. Es folgen schöne Echinodermenbreccien mit sehr grossen Crinoidenbruchstücken; das Gestein wird weiterhin kompakter, salinisch. Ein sehr schöner, grau und rosa gefärbter, fein krystallinischer Marmor schliesst die Serie ab. Man muss cirka 1 km thalauswärts gehen, bis man zum typischen, dunkeln, in den untern Partien etwas schiefrigen Hochgebirgskalke kommt. Bei Felsberg hat der Malm starkes Clivage; schon von der Ferne erkennt man die steil abfallende, plattige Absonderung des Gesteins, mit 60° Fallen nach SE. Man findet auch Umbiegungen in diesem Gesteine. Alle diese Thatsachen weisen auf stark wirkende gebirgsbildende Kräfte hin. (Vgl. darüber II. Teil.) Der Hochgebirgskalk erstreckt sich bis nach Haldenstein hin, und hört unterhalb des Dorfes auf. An seine Stelle tritt ein hellgrauer Schieferkalk mit vielen kleinen und grossen Crinoidenbruchstücken. Streichen N 50° E, Fallen SE 40°.

4. Der obere Malm, das Tithon, ist am Calanda in zwei Facies vertreten: *a)* die korallogene Facies — Troskalk, und *b)* die Mergelfacies — Balfriesschiefer. Der Troskalk nimmt mehr den untern, die mergelige Facies mehr den obern Teil des Tithons ein.

a) Die korallogene Facies des Tithons, der Troskalk hat an manchen Stellen am Calanda ihren typischen Charakter, als hellgrauer, dichter, salinischer, sehr spröder Kalkstein; an gewissen Stellen ist die verkalkte organische Substanz krystallinisch-spätig, während das umhüllende Gestein salinisch-krystallinischen Charakter hat. Im Tamina-Thal ist schon längst ein schöner Aufschluss bekannt, unterhalb Vättis bei der Thalenge St. Peters. Das Gestein scheint dort nicht mächtig zu sein; seine Mächtigkeit ist jedoch nicht genau messbar, da die Grenze gegen den Quintnerkalk nicht scharf ist. Ausser dieser Stelle findet sich das korallogene Tithon noch: im Thälchen nördlich vom Felsberger Calanda, unter dem Neocom, bis zum Rossboden hin, ferner bei Untervaz fast vom Rhein an, mehrere hundert Meter

hinaufgehend, und endlich noch bei Barfuss und am Toma Patrusa bei Ems, überall mit Petrefakten.

Bei St. Peters stecken im Malm viele ganze Korallenstöcke, welche die Länge von 50—60 cm erreichen; die einzelnen Korallen haben einen Durchmesser von $^1/_2$ bis mehreren Centimetern. Schon aus der Ferne sind die weissen Korallen im dunkelgrauen Gestein erkennbar. Sie gehören den Gattungen Thecophyllia und Calamophyllia an, sind aber wegen ihres schlechten Erhaltungszustandes specifisch nicht bestimmbar. Weder sind deutliche Formen, noch die für die Bestimmung notwendigen Septen zu erkennen. Künstliches Herauspräparieren durch Ätzung ist nicht möglich, weil Versteinerung und umhüllendes Gestein vom Ätzmittel gleich stark angegriffen werden. Wahrscheinlich wurde schon beim Absetzen dieses Sedimentes der Aragonit der Korallen in Calcit umgewandelt. Dasselbe gilt auch für alle übrigen Petrefakten dieser Stelle; es lassen sich noch dicke Schalen, wahrscheinlich von Diceras Luci Defr. erkennen.

Am Felsberger Älple, im Norden und Südosten vom Felsberger Calanda, ist unser Gestein hellgrau, ohne organische Reste. Seine Mächtigkeit scheint über hundert Meter zu betragen, seine horizontale Verbreitung ist gleichfalls bedeutend. Vom Felsberger Calanda bis zum Haldensteiner Calanda findet es sich fast überall unter dem Neocom.

Der obere Steinbruch am Toma Patrusa (vgl. Kapitel 1, III. Teil) bei Ems ist im Tithon angelegt. Dort fand ich schöne Korallen mit deutlichen Septen; es sind: Thecosmilien, Milleporiden und Hydrocorallinen (Defrancia?); *Rothpletz* will dort noch Diceras gefunden haben[1]) und Herr Professor *Heim* teilt mir mit, dass er dort Diceras und Nerinea gesehen habe.

Bei Baiols (1044 m) ob Untervaz fand ich in einem hellgrauen dolomitischen Kalke einen Abdruck, der vielleicht mit Cardium corallinum Leym. zu vergleichen ist.

Nach allen diesen Petrefakten wird dieses Gestein zur alpinischen Gruppe des Tithon,[2]) und zwar zur untern Stufe — dem Stramberger Nerineen-Kalke zu zählen sein.

---

[1]) Vgl. *Rothpletz*, Ein geologischer Querschnitt, pag. 234.

[2]) *Cas. Mösch.* Der Jura in den Alpen der Ostschweiz. Zürich, 1872, pag. 26.

Eine lokale Ausbildung des Troskalkes am Calanda ist der sogenannte Untervazer Marmor. Der Name wurde zuerst 1854 von *Theobald*[1]) gebraucht. Das Gestein, das mit diesem Namen belegt wurde, steht am Rheinufer ober- und unterhalb Untervaz an und wird in einigen Steinbrüchen als Baustein ausgebeutet (am Horn und unter Patnal; in Untervaz wird es auch zu zierlichen Schmuckgegenständen verarbeitet).

Das Gestein zeigt auf violettgrauem bis grauschwarzem Grunde parallele weisse Streifen. Alles ist salinisch-krystallinisch marmorisiert. Petrefakten, nach denen man das geologische Alter des Gesteins bestimmen könnte, sind keine zu finden. Für stratigraphische Altersbestimmung erwies sich der Steinbruch am Horn am geeignetsten. Das ausgebeutete Gestein fällt dort SSE; wir haben von Norden nach Süden folgendes Profil:

1. Zu unterst: Untervazer Marmor, dunkelgrauer, kompakter, fein krystallinischer Kalkstein.
2. Darüber: helle, stellenweise rötliche Kalkschiefer (3—4 m).
3. Zu oberst: dichter, dunkler, braun angewitterter, kieseliger Kalkschiefer; er enthält Kieselknollen, Konkretionen und Belemnites pistilliformis Blainv.
4. Etwas weiter südlich treffen wir am Wege braunen, massigen Kieselkalk.

1, 2 und 3 steigen aufwärts und biegen oben mehrmals um.

Daraus ergiebt sich das Alter des Untervazer Marmors an dieser Stelle: 4 ist Kieselkalk des Neocomien, 3 Unterneocomienschiefer (Valengien), 2 Balfriesschiefer und 1 muss Troskalk oder Tithon sein.

Eine merkwürdige Erscheinung am Untervazer Marmor sind die weissen Streifen; sie verlaufen nicht kontinuierlich durch die ganzen Schichten, sind stellenweise dicker oder dünner oder hören plötzlich ganz auf; dann bleibt ein dem Hochgebirgskalk sehr ähnliches dunkles Gestein übrig. An anderen Stellen, wie z. B. am Sesselkopf treffen wir die weissen Streifen so zahlreich und dicht aneinander, dass das Gestein fast ausschliesslich aus ihnen gebildet erscheint. Dort ist es hellgrau, krystallinisch und durchaus nicht vom Schrattenkalk zu unterscheiden, wofür es auch *Theobald* hielt. Im Steinbruch unterhalb

[1]) *Theobald.* Der Calanda, pag. 28 ff.

Patnal weisen die weissen Flecken Spuren von organischen Resten auf. Es gelang mir, an einem Stück sehr deutliche Reste von Korallen und damit eine Erklärung für die Streifen zu finden. Der kleine Korallenstock zeigt stark gequetschte Individuen, so dass der ursprünglich runde Querschnitt in eine sehr flache elliptische Form (Achsen $^1/_2$ und 7—8 mm) übergeht. Auch in der Längsrichtung sind die Korallen ausgezogen und endigen mit einer oder mehreren Spitzen.

Es ist unzweifelhaft, dass die weissen Streifen im Untervazer Marmor nicht ursprünglich bei der Sedimentation des Gesteins gebildete Schichtchen darstellen, sondern erst später, bei der Gebirgsbildung unter der Einwirkung der mechanischen Kräfte entstanden sind als Umformung der organischen Reste in parallele Streifen. Ausser den Korallen enthielt jedenfalls das Gestein ursprünglich noch andere Organismen-Reste, deren Gegenwart aber jetzt viel schwieriger, resp. gar nicht mehr nachzuweisen ist.

Diese Ausbildung des Tithons muss lokal beschränkt sein; ich fand sie auf der Westseite des Calanda nicht. Im Tamina-Thale ist, wie wir gesehen haben, das Tithon normal ausgebildet.

Lokal ist der Untervazer Marmor ziemlich weit verbreitet; damit ändert sich aber, wie es bei den metamorphischen Gesteinen immer der Fall ist, sein Charakter sehr. Ich fand ihn weit höher als die Äussere Sessla (1200 m) und gegen Norden weit über die Quelle Friewis.

Vom Rheine steigt er dem Neocom entlang bis zu dem Oberen Berge hinauf. Stellenweise sind es kahle, steile Felsen, oder aber er ist berast, und nur hie und da ragen kleine Felsköpfe aus den Wiesen und Wäldern heraus. So bildet er eine Zone von 500—600 m Breite. Südlich von diesem Band bis zum Rappentobel herrscht typischer Hochgebirgskalk vor, der kompakt oder schiefrig ist. Schon vom Thale gewahrt man seine ausgedehnten, kahlen Felsen. Der oberste Teil aber besteht aus Balfriesschiefern, die sich von Bannwald ob Val Cosenz über die Gänge bis nach Pazzig fortsetzen, sie bilden ziemlich steile Wände z. B. östlich, unterhalb Stelli, sowie die Wand östlich von Calandaluz.

Dem Untervazer Marmor ähnliche Ausbildungen des Tithons finden sich, nach einer gütigen Mitteilung des Herrn Prof. *Heim,* im oberen Teile der

Sandalp, am Piz Urlaun, Selbsanft, Saasberg, sowie im oberen Teile vom Flimserstein.

Auf der Karte habe ich das Tithon nicht besonders bezeichnet, weil seine untere Grenze nicht scharf zu ziehen ist; seine charakteristischen Petrefakten nehmen allmählich ab, es bleibt nur das Muttergestein, das unmerklich in den Hochgebirgskalk übergeht.

b) Die mergelige Facies des Tithon, die Balfriesschiefer, sind dunkelgraue bis schwarze, glänzende Mergelschiefer und schiefrige Kalke und ganz petrefaktenleer. Wo sie am mächtigsten sind, erreichen sie 150 m. Sie bilden den östlichen Abhang des Grates südlich von Salaz, dann biegen sie nach SE gegen Gänge zu um, bilden den Abhang des Brunnwald, Artaschiew bis Fenza und tauchen im SSE unter das Neocomien ein. Im unteren Teil werden sie mehr und mehr kompakt und gehen so allmählich in den Hochgebirgskalk über. Nach oben kann man auch keine scharfe Grenze gegen das Neocomien ziehen. Das untere Neocomien hat hier keine Petrefakten; eine petrographische Scheidung ist auch nicht möglich. An diesen Stellen lässt sich das Neocom erst in seiner höheren Stufe sicher nachweisen, wo ich Ostræa Couloni fand. Nur diese Schichten habe ich als Neocomien bezeichnet; die darunter liegenden petrefaktenlosen Schiefer und Schieferkalke sind als Malm kartiert.

Balfriesschiefer fand ich unterhalb des Haldensteiner Calanda in dem schönen Gewölbe des Hinter-Thales (s. Prof. V). An dieser Stelle kommt unter den Balfriesschiefern noch der Troskalk zum Vorschein, und hier ist am besten ihre Auflagerung auf dem Troskalk zu beobachten. Ferner fand ich sie am rechten Arme des Baches von Oldis, thalauswärts von Haldenstein. Der Bach hat sich dort in das Neocom eingeschnitten und den darunter liegenden Malm entblösst.

Aus der Karte erhellt die grosse Verbreitung des Malm am Calanda; er bildet fast die Hälfte vom Gesamtareal des Calanda; der grösste Teil davon gehört dem Hochgebirgskalk an. Dieselben Verhältnisse gelten auch für die Mächtigkeit; dieselbe ist, z. B. auf der Ostseite des Calanda vertical gemessen in den normal gelagerten Schichten, 5—600 m; am Westabhange des Calanda steigt der Malm infolge tektonischer Komplikationen von der Thalsohle der Tamina bis zur Höhe von 2500 m und bildet so Wände von 1500 m Mächtigkeit. (Siehe Kapitel 1 des II. Teiles.)

5. Neocom.

Am Calanda hat vom ganzen Kreidesystem das Neocom die grösste Verbreitung. Es bildet steile Abhänge und liefert viel plattigen Schutt. An seiner braunen Verwitterungsfarbe ist es zwischen den weissen Nachbargesteinen (Malm und Schrattenkalk) schon aus der Ferne erkennbar.

1. Zu unterst kommen dünne, dunkle, braun angewitterte Kalkschiefer im Hangenden des Malm, oft ohne scharfe Grenze gegen diesen. Bester Aufschluss: im Steinbruch am Horn (vgl. das Profil bei der Besprechung des Untervazer Marmors). Mächtigkeit 10—20 m, oft verschüttet, mit Vegetation bedeckt, so z. B. bei Haldenstein. Vielleicht äquivalent dem Valengien. Von Petrefakten fand sich darin Belemnites pistilliformis Blainv.

2. Darauf folgt dunkler, an der Oberfläche rostbraun oder rötlich angewitterter Kieselkalk, oft mit braunen Zwischenhäuten. Manche Schichten sind voll von undeutlichen, oft gequetschten und verbogenen Petrefakten. Es wechseln Austernbänke mit Crinoidenkalken ab; diese letzteren führen Mergelschichten. Aus dem Mittelneocom sind bestimmt worden: Ostraea carinata Röm., Belemnites latus Blainv., Bel. pistilliformis Blainv., Bel. minaret Raspail., Pentacrinus neocomiensis Des., Thamnastraea ? sp.

Von Belemnites pistilliformis fand ich ein gestrecktes, auf die doppelte Länge ausgezogenes Exemplar am Rossboden (Felsberger Älple).

3. Zu oberst kommen die Ostræa Couloni-Bänke, das sind helle, bläulichweisse, braungrau angewitterte, krystallinische, schieferige Kalke. Sie finden sich fast überall unter dem Schrattenkalk, so z. B. auf dem Malm beiderseits von Untervaz, am Salaz etc. Ausser der grossen, langschnabeligen Ostræa (Exogyra) Couloni Ag. fanden sich undeutliche Seeigel, Bivalven und Crinoiden. Fast ausschliesslich aus dieser Auster gebildete Bänke treffen wir: am Tanzboden bei 1120 m; cirka 100 m S von der obersten Hütte, am Brunnen bis gegen Marola zu; unten bei Tarviersch und Praviev bis zum Rheine. Auch oben am Grate, von Zweienspitz bis nach Salaz sind sie reichlich vertreten. Das Gestein ist so dicht mit Petrefakten erfüllt, dass es einem Austernkonglomerat gleicht. Die Bank setzt sich nach Süden gegen den Zweienkopf fort.

Diese Austernbänke und der darunter liegende dunkle Kalk gehören dem obern Neocom an.

6. Schrattenkalk (Urgonien).

Er bildet als hellviolett-grauer, fester oder schieferiger, fast reiner Kalkstein steile, weisse Wände von 200—300 m Mächtigkeit. Am Calanda ist er nicht reich an Petrefakten; er bildet hier keine Karren.

Die mergeligen Schiefer des Aptien mit Orbitulina lenticularis konnte ich nicht mit Sicherheit nachweisen.

Westlich vom Thälchen von Pramieisters und Curtanetsch (S. v. Untervaz) geht der Schrattenkalk als grauer schiefriger Kalkstein allmählich, ohne scharfe Grenze in den Gault über.

7. Gault (Albien).

Grünsand und Mergel, inwendig dunkel, tiefbraun angewittert. Verwittert von der ganzen Kreide am leichtesten und giebt flache, beraste Böschungen. Das Gestein verwittert leichter als die eingeschlossenen Petrefakten, so dass diese sehr oft aus dem Gesteine herausragen. Petrefakten am Calanda: Turrilites Bergeri d'Orb., Belemnites minimus List. Mächtigkeit bis 20 m.

8. Seewerkalk (Cenoman, Turon und Senon).

Die alpine obere Kreide, der Seewerkalk, ist auch am Calanda ein hellgrauer, schieferiger Kalkstein, mit dunklen, kohligen Zwischenhäuten zwischen den Schieferungsflächen (sehr wahrscheinlich von umgewandelten Petrefakten herrührend). Am Haldensteiner Calanda, dessen Gipfel der Seewerkalk bildet, führt dieser in der Mitte ein dunkles, 10 m mächtiges, mergeliges Band. Am Grate zwischen Mittel- und Vorderthal ist er transversal geschiefert (vgl. Fig. 4). An dieser Stelle erreicht er 100 m Mächtigkeit; sein oberer Teil mag aber hier schon abgewittert sein. Petrefakten fand ich nur im untersten Teil, an der Grenze gegen den Gault, und zwar Ostraea acutirostris d'Orb.

Seewerschiefer habe ich bei Fürggeli im St. Margarethenthal, auf der Grenze gegen den Flysch, gefunden. Sie sind braungrau, dünnschieferig, streichen N 55° E und fallen 65° SE, enthalten Foraminiferen und haben eine Mächtigkeit von 10 m [1]).

9. Eocän.

Die jüngste Formation am Calanda ist das Eocän, vertreten in seinen beiden alpinen Ausbildungsarten: Nummulitenfacies und Flyschfacies.

1. Die Nummulitenfacies besteht grösstenteils aus Kalken. Nummulitensandsteine und Nummulitenquarzite spielen am Calanda keine wichtige Rolle. Im unteren Teile des Eocäns wechseln die Nummulitenkalke mit Thonschiefern ab. Das sehen wir gut aus folgendem Profile, aufgenommen von Furggels über den Grat nach dem Kaminspitz zu:

1. Von Bild bis oberhalb Ragolenberg berast (Flysch?),
2. Flysch,
3. Nummulitenkalke,
4. berast (Flysch?),
5. Nummulitenkalke, welche gegen Bläserberg hinabbiegen,
6. Flysch,
7. Nummulitenkalke,
8. berast (Flysch?),
9. grüne Nummulitenkalke,
10. Flysch bei Matonalp.

Im jüngeren Eocän tritt der Flysch für sich allein auf.

In den Nummulitenkalken fanden sich folgende Petrefakten [2]):

a) Im Steinbruch bei Ragaz: Nummulina exponens Sow., N. elegans Sow., N. perforata d'Orb., N. striata d'Orb., N. granulosa d'Arch., N. Leymeriei d'Arch., Orbitoides ephypium Schl.

b) Bei St. Margarethenkloster im St. Margarethenthal: Nummulina elegans Sow., N. variolaria Sow., N. planulata d'Orb., N. Ramondi Defr., nebst einer Masse Nulliporen.

---

[1]) Vgl. *Theobald,* Geol. Beschr. der Geg. v. Ragaz u. Pfäfers, pag. 104.

[2]) Von Herrn Prof. Dr. *Karl Mayer-Eymar* gütigst bestimmt.

Aus den Nummulitenkalken, welche untergeordnet am Wege längs der Tamina von Ragaz nach Pfäfers in den Schiefern auftreten: Nummulina Biarritzensis d'Arch., Pecten multistriatus d'Arch.

Nach diesen Petrefakten gehört das Gestein zur Barton-Stufe *(Mayer-Eymar)*. Die Nummulitenkalke liegen nicht direkt auf dem Seewerkalk; es findet sich dazwischen eine Schicht Schiefer. Mit den Nummulitenkalken kommen noch nummulitenfreie Kalke vor[1]) (Grat vom Pizalun).

2. Flyschfacies. Sie besteht aus dunkelgrauen schimmernden Thonschiefern mit dazwischen gelagerten dunklen Kalkbänken und Kalkschiefern. Thonschiefer, Kalkschiefer und Quarzite wechseln ab; die Thonschiefer sind von senkrechten Klüften durchsetzt. Untergeordnet kommen auch noch Nummulitenkalke vor, wie z. B. beim Eingang in die Taminaschlucht. Das Clivage der Flyschschiefer im Tamina-Thal wurde früher wiederholt als Schichtung angesehen[2]). Die Schichtung schwankt von fast horizontaler Lage (gemessen an der dunklen Bank am rechten Gehänge der Tamina beim Badehaus Pfäfers) bis Streichen N 60° E und Fallen 30° NW (gemessen an der Kalkbank bei Brunstegg). Das entspricht den tektonischen Verhältnissen. Das Clivage (die Schieferung) streicht N 10—50° E, Fallen 20—50° SE.

Im Flysch ist beim Bad Pfäfers ein Liasblock mit schönen Abdrücken von Petrefakten der südalpinen Liasfacies aufgefunden worden (aufbewahrt in der Sammlung des eidg. Polytechnikums Zürich). Das ist der einzige exotische Block, der mir aus dem Eocän des Calandagebietes bekannt ist.

Eine scharfe Trennung des Flysches von den Nummulitenbildungen ist am Calanda wegen der tektonischen Verhältnisse nicht möglich. Den Flysch speciell zu kartieren, ist mir deshalb nicht gelungen. Ich habe nur die Nummulitenkalke rot punktiert; die gelbe Grundfarbe bezeichnet das Eocän im allgemeinen und den Flysch, sowie die anderen Ausbildungen des Eocäns, wie nummulitenfreie Kalke etc., ausgenommen die Nummulitenkalke, im speziellen.

---

[1]) Vgl. *Heim*, Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, Lfg. 25, pag. 34.

[2]) Vgl. *A. Escher v. d. Linth*, Über die Thermalquelle von Pfäfers.
G. Theobald, Geolog. Beschr. d. Geg. v. Ragaz-Pfäfers, pag. 104.

Zweiter Teil.

Tektonik.

1. Der Bau des Calanda.

Am SE Abhang, von Tamins und dem Taminser Älple bis hinauf zum Haldensteiner Calanda herrscht vom Verrucano bis zum Seewerkalk normale Lagerung. Gehen wir nach Norden über Val Cosenz hinaus, so finden wir das Neocom unter dem Malm, den Schrattenkalk unter dem Neocom u. s. w. bis zum Eocän; also liegen vom Malm bis zum Eocän die Gesteine in verkehrter Reihenfolge. Die Grenze zwischen dem normalen und dem verkehrten Schichtenkomplex bildet der Malm des Val Cosenz, wo er doppelt, normal und verkehrt, vorhanden sein muss. In der Sohle des Taminathales, von Vättis auswärts, folgen sich die Schichten wieder normal vom Verrucano, Rötidolomit, Quartenschiefer etc. bis zum Eocän. Das Eocän, das im Taminathal unten in normaler Lagerung vorhanden ist, geht gegen Matonalp in die verkehrte über; dasselbe gilt für alle Gesteine bis zum Malm.

So ergiebt schon ein Süd-Nord-Profil dreifache Schichtenlagerung: vom Rhein bei Ems bis zum Gipfel des Haldensteiner Calanda normal, darunter, vom Val Cosenz bis Matonalp verkehrt und von da bis zur Tamina hinab resp. bis nach Vättis zurück wieder normal. Der Malm im Val Cosenz liegt doppelt, als Gewölbekern, während das Eocän von Mattonalp nordwärts resp. nordwestlich als Muldenkern verdoppelt sein muss. So resultiert eine mächtige, nach NW überliegende Falte.

Am besten ist die liegende Mulde dieser Falte nachweisbar; sie erscheint in stark schiefem Anschnitte durch das Taminathal verlängert, das mit der Streichrichtung einen spitzen Winkel von ca. 12° bildet. Von der Thalsohle

der Tamina, von Gaschleina oberhalb Vättis, sieht man an dem Calandagehänge bei 1800—2000 m eine sehr deutliche Umbiegung des Neocom. Das Neocom ist doppelt vorhanden; der untere, normale Teil desselben, welcher dem Muldenschenkel angehört, fällt allmählich nach NE ab; der andere, verkehrte, dem Mittelschenkel entsprechend, geht nach Salaz zu. Der Schrattenkalk liegt gleichfalls doppelt und teilt sich in zwei Arme; der eine (verkehrte) geht nach oben und zieht schliesslich nach NE bis an den Rhein, der andere (normale) fällt nördlich allmählich zur Thalsohle ab. Dazwischen sind Gault, Seewerkalk und Eocän eingeklemmt. Wie weit der Gault von Waldboden an noch südlich reicht, entzieht sich infolge Gehängeschuttbedeckung der Beobachtung.

Mit dieser Auffassung der tektonischen Verhältnisse stimmen die Querprofile durch den Nordwestabhang des Calanda vorzüglich überein. Man vergleiche besonders Profil IV und V.

Bei Vättis sind über Tamina-Alluvion und Gehängeschutt

1. Verrucano,
2. Röthikalk (bis Vidameidatobel),
3. Quartenschiefer,
4. Opalinusschiefer, darüber
5. Eisensandstein,
6. Crinoidenkalk und
7. Eisenoolith des Dogger in offenem Bogen entblösst. Darüber folgen weiter südlich aufwärts[1]):
8. Bei 1140 m Meerhöhe, dunkle, hellgrau angewitterte Echinodermenbreccien des unteren Malm.
9. Bei 1160 m, dunkler, etwas schiefriger, dicht salinischer Quintnerkalk. Mit wenigen Abänderungen, weniger schieferig und heller, steht er bis nach Gontscherola-Boden (1400—1500 m) an. Gegen 1500 m geht

---

[1]) Bei der Ausarbeitung dieses Profils habe ich teilweise benutzt die Tagebücher von *A. Escher v. d. Linth*, Bd. II, pag. 177 und Bd. V, pag. 372, sowie die von ihm gesammelten und in der geologischen Sammlung des Polytechnikums aufbewahrten Handstücke. *Escher* besuchte diese Stellen in den Jahren 1834 und 1842.

er in den fein krystallinischen oberen Quintnerkalk über, der bis zur Grenze des Tithons reicht.

10. 1630 m. Sehr fein krystallinischer, heller Troskalk mit weissen Flecken und Kalkadern, ähnlich dem vom Felsberger Älple. Im unteren Teil enthält er Korallen; nach oben zu wird er schiefrig, geht sogar ganz in Schiefer über; höher wird das Tithon wieder weniger schiefrig, an der Oberfläche sammetmatt, gelblichgrau angewittert. Sehr ähnlich dem Schrattenkalk, enthält aber Spuren von für das veränderte Tithon (Untervazer Marmor) charakteristischen, gequetschten Petrefakten.

11. Bei 1710 m, helle, dünnschieferige Balfriesschiefer.

12. Bei 1800 m, Neocom als dunkelbrauner, schiefriger oder kompakter Kieselkalk, ganz dasselbe Gestein, welches am Horn bei Untervaz auf dem Untervazer Marmor liegt; es sieht, wie letzteres, dem Gault ähnlich. Im oberen Teil geht es in braungraue Kalkschiefer über. Dieses Neocom bildet zwei Falten; die untere, grössere, ganz in Malm eingeschlossen, und eine obere, sehr kleine, mit Schrattenkalk als Kern. Beide Umbiegungen stehen wahrscheinlich in Zusammenhang.

13. Über dem Vättner Schafälpli, bei 2000 m, folgt wieder Malm. Zu unterst Tithon; es ist schiefrig (wie 10), enthält Reste von gequetschten Petrefakten und bildet stellenweise kleine Karren. Nach oben geht es allmählich in

14. Quintnerkalk über; typischer, dunkler, dolomitischer Hochgebirgskalk.

15. Auf diesem letztern liegt bei 2130 m Höhe wieder Tithon. Gleich wie 10 und 13. Es reicht bis über das Haldensteiner Schafthäli.

16. Bei 2360 m, Neocom als brauner, schiefriger Kieselkalk (wie 12). Im oberen Teil geht es in einen rötlich-braunen, schiefrigen Kieselkalk über, und zerfällt in seinem oberen Teile in Platten. Streichen N 45° E, Fallen 25° SE. Dieses Gestein bildet den Grat über dem Sattel.

Wenn man nicht gegen den Grat, sondern gegen den Gipfel zu über die steilen Felsen geht, so hat man über dem Grat noch:

17. Hellgrauen, marmorisierten Schrattenkalk.

18. Über diesem kommt dunkelbrauner, schiefriger, kieseliger Kalk, Gault.

19. Dann bräunlichgrauer, schiefriger Seewerkalk mit Foraminiferen und anderen, undeutlichen Petrefakten. Geht bis zum Gipfel (2808 m).

Resultat: Auch im Profil von Vättis bis zum Calandagipfel konstatierten wir dreifache Lagerung: Verrucano-Jura-Kreide normal, Kreide und Jura verkehrt, und wiederum Jura und Kreide normal.

Ein ähnliches Profil bekommen wir auch von Vättis nach NE über „Schrötter" zum „Sattel" hinauf:

1. Verrucano.
2. Röthidolomit mit Quartenschiefer.
3. Opalinusschiefer mit echtem Dogger.
4. Malm: Schiltkalk, Hochgebirgskalk und Troskalk.
5. Neocom (im Gontscheraustobel nachweisbar).
6. Schrattenkalk.
7. Neocom. Als dünne Decke zieht es über Zweienkopf, Zweienspitz zum Rhein herab.
8. Malm: schiefriger, braun angewitterter Hochgebirgskalk bei „Stelli" und „Älplistein" und Balfriesschiefer bei Calandaluz und Salaz, und
9. Neocom bei „Sattel".

Das linke Gehänge des Taminathales stimmt damit überein. Der Muldenschenkel setzt sich dort westlich fort; wir finden dieselbe normale Anordnung der Schichten vom Verrucano bis zum Eocän. Von den oberen Partien der grossen Falte sind hingegen nur noch Reste erhalten, wie sich aus dem folgenden ergiebt.

(Ich entnehme die folgende Stelle aus *Heim*[1]), da ich die Gegend zwar besucht, aber nicht näher untersucht habe): „Im Gebiete von Vättis haben wir noch einer sehr auffallenden, von *Escher* entdeckten und untersuchten Erscheinung zu erwähnen. NW von Vättis im Seewerkalk und Eocän liegt bei 2000—2200 m Meerhöhe die Gelbberg-Alp. Nördlich bestehen die Gehänge aus zuerst NNW, hernach 70° steil SSO fallenden eocänen Schiefern und Nummulitenkalk. Auf diesen sitzen bei etwa 2500 m Meerhöhe am Gelber-

[1]) Mechanismus I, pag. 211 ff., vgl. auch Blatt XIV der geologischen Karte der Schweiz.

berg discordante, fast horizontale, oder flach SSO fallende Kreideschichten auf, und zwar: Neocomien mit Exogyra Couloni und Ostrea rectangularis, Gault mit Turrilites Bergeri und sehr gut erhaltenen Exemplaren von Am. Sp.? und Bel. Sp.?, darüber an dem 2612 m hohen Gipfel Seewerkalk. Der letztere ist freilich nur durch seine Lagerung und seine petrographische Übereinstimmung mit dem Seewerkalk des normalen Profils an der Vättnerbergalp bestimmt, *Escher* konnte darin keine bezeichnenden Petrefakten finden. Wie diese Kreide hier hinauf geschoben worden ist, können wir nicht angeben. Mit blossen Vermutungen, die nicht schwierig sind, wollen wir weder Raum noch Zeit verlieren, sondern bloss bemerken, dass diese Kreideschichten nicht unmittelbar als ein Stück des Mittelschenkels der grossen S-Falte oder N-Falte aufgefasst werden dürfen, weil dann ihre verschiedenen Stufen umgekehrt gelagert sein müssten." Was man damals zu sagen nicht im stande war, lässt sich jetzt bestimmt dahin formulieren: wir haben es an dieser Stelle mit der normal aufgelagerten Kreide des Gewölbeschenkels der Calandafalte zu thun (vgl. Prof. V), und zwar ganz nahe der Gewölbeumbiegung, vielleicht mit dieser letztern selbst. Aus dieser Erscheinung ist die Ausdehnung der Calandafalte ersichtlich.

Der SE-Abhang des Calanda, welcher dem Gewölbeschenkel angehört, wird ca. 35° steil sein (Schwankung 25—45°); der erodierte Teil dieses Schenkels nahe der Gewölbeumbiegung muss eine fast horizontale Lage gehabt haben (liegende Falte). Der Muldenschenkel ist auch nahezu horizontal, in der Nähe der Umbiegung etwas nach Norden geneigt. Das durchschnittliche Streichen ergiebt als Richtung der Axe SW-NE. Über die Abweichungen werden wir im nächsten Kapitel zu sprechen haben.

Wenn wir kurz zusammenfassen, so können wir sagen: Der Calanda ist eine nach NW überliegende Falte.

Aus den Profilen ergiebt sich der Betrag des Zusammenschubes folgendermassen:

Die Schichten, horizontal ausgebreitet, würden messen: ca. 39,5 km.
Jetzige Distanz der entferntesten Punkte „ 20,5 „

Zusammenschub: 19 km = 48 %

Zwei Punkte an der Tamina und SE gegenüber am Rhein waren also vor der Faltung des Calanda um nahezu das Doppelte ihrer heutigen Entfernung voneinander getrennt.

Inmitten dieser grossen Falte bestehen noch kleinere, lokale Fältelungen (vgl. Fig. 1—4 und die Profile IV und V).

So bildet an der westlichen Steilwand unterhalb dem Taminser Älple der Malm mehrere Umbiegungen, die vom Kunkelspass-Weg aus sichtbar sind.

Der Röthidolomit fällt südlich unterhalb dem Taminser Älple in den obern Partien nach Süden, wie die darüber liegenden Gesteine. An seiner unteren Grenze fällt er nach Norden; erst bei Tschingels biegt er dann wieder gegen Süden um und fällt gegen den Rhein hin. Er ist zwar hier meistens erodiert; nur hie und da sind auf dem Verrucano noch einige Fetzen von Röthidolomit erhalten, der also an diesem Abhang eine lokale knieförmige Verbiegung macht (vgl. Profil VII).

Am Felsberger Calanda macht das Neocom eine kleine Umbiegung.

Auf der Westseite des Hügels von Valdrux finden sich zu oberst Unterneocomschiefer, darunter Balfriesschiefer und Troskalk. Östlich von Valdrux wechseln die Neocomschiefer 5mal mit schiefrigem Kalke des Malm (Streichen N 20° E, Fallen SE bis 60°) ab. Auch diese Erscheinung wird auf kleine, lokale Fältelungen beider Gesteine, wahrscheinlich Fortsetzung der Biegungen oberhalb Horn, zurückzuführen sein. Weiter ostwärts sind diese Fältelungen nicht mehr zu erkennen, weil kein petrographischer Wechsel mehr vorkommt, alles ist Neocom. (Das Gestein ist ein brauner, sandiger, etwas schiefriger Kalk, der dem Gault sehr ähnlich sieht; nur seine Lagerung lässt ihn sicher als Neocom denken; Petrefakten fanden sich darin nicht.) Es fällt mit steiler Böschung nach Osten gegen Fenza.

Eine weitere tektonische Komplikation von relativ geringer Ausdehnung besteht in dem Thälchen von Oldis. Der Bach hat dort die obere Decke, das Neocom, weggenommen, so dass Malm zu Tage tritt. Zuerst erscheinen grau-weisse Thonschiefer, dann gehen sie in hellen, marmorisierten kompakten Troskalk über, und erst am Bache finden wir den schwach schiefrigen, dunkeln Hochgebirgskalk.

Der Malm steigt hier mit Streichen N 45° E, Fallen 30° SE, im Bette des Baches als schwarzer Streifen bis 1350 m hinauf. Nördlich darüber liegen aufeinander 3 Neocomfelsbänder und auf diesen eine hohe Schrattenkalkwand, die von Batänia herunterzieht. Im Wege nach dem Herrentobel folgen gerade unterhalb dieser Wand die Ostrea Couloni-Bänke des oberen Neocom; die Schalen der Austern sind verbogen. Die Schiefer streichen N 80° E, fallen SE 70°. Unterhalb Scalripp besteht die Wand nicht mehr aus Schrattenkalk, sondern aus Neocom. Schon aus der Ferne ist der Unterschied der Farbe beider Teile auffallend; der obere Teil ist hell grau-weiss, der untere braun. Topographisch ist das eine einheitliche Wand, geologisch ist sie aus zwei verschiedenen Gesteinen gebildet. Wir haben es hier mit einer Verschiebung zu thun. Der Kontakt der beiden Gesteine ist messerscharf; von der Kontaktstelle fällt viel Schutt herab, der auf eine Reibungsfläche hinweist. Die Verschiebungsfläche verläuft N 45° E, wie das Streichen der Gesteine. Oberhalb der Wand ist sie nicht mehr zu verfolgen, sie verläuft im Schrattenkalke, und wir finden keine Gesteinsunterschiede mehr. Die Ausdehnung des Malm im Thälchen von Oldis ist auffallend; nahe bei Oldis ist er ca. 700 m breit, dagegen oben, südlich von Sasserdont, kaum 300 bis 400 m. Der Unterschied, ca. 300 m, muss dieser Verschiebung zugeschrieben werden. Daraus lässt sich folgendes schliessen:

Bei Oldis besteht eine lokale, gegen NE gerichtete Verschiebung, welche die östlich liegenden Gesteine — Malm und Neocom — um 300 m nach NE vorgeschoben hat.

Die merkwürdigsten tektonischen Verwicklungen, bloss mehr oder weniger lokalen Charakters, fand ich in der Zone der Calanda-Gipfel, im Hinterthal, Mittlerthal, Vorderthal. Fig. 1—4 geben hiervon Zeugnis.

Das Hinterthal liegt in einem Gewölbe, dessen Scheitel nach Norden gerichtet ist. Zu oberst (am äussersten Rand) findet sich Neocomkalk; nach innen folgen mehr schiefrige Kalke des untern Neocom; den Kern bilden gefältelte Balfriesschiefer (bei 2700 m), durch ihre dunkle Farbe aus der Ferne erkennbar, graue Troskalke und die dunklen Quintnerkalke, oft von mächtigen Schuttmassen verdeckt (Fig. 1 und 2).

Der südliche Teil des Mittlerthales hat an diesem Gewölbe auch noch

Anteil. Während jedoch der Gewölbeschenkel — soweit er vorhanden ist — normale Lagerungsverhältnisse aufweist, sind Mittel- und Muldenschenkel vielfach zerknittert. Der Seewerkalk — derselbe, der sich nach Norden und Osten fortsetzt und die oben flache Wand zwischen Mittlerthal und Vorderthal bildet — ist transversal geschiefert und führt in seiner Mitte ein 10 m mächtiges dunkles Mergelband. Der Gault ist ein dünnes Band von sehr schwankender Mächtigkeit (oft nur 50 cm) mit mehrfachen Fältelungen, Knickungen und Windungen (Fig. 1!); zuweilen setzt es ganz aus, so dass der Schrattenkalk direkt von Seewerkalk überlagert wird. Er fällt im allgemeinen nach S und ist stellenweise schieferig, wie auch die ihn umgebenden Gesteine Seewerkalk und Schrattenkalk. Unterhalb des Signals (2808 m) knickt der Gault plötzlich ab und setzt 40 m höher fort; dazwischen berühren sich der Seewerkalk über dem untern und der Schrattenkalk unter dem höheren Gault: Faltenverwerfung mit Schleppung! Von hier an zieht er mit normaler Mächtigkeit (20 m) und in ungestörter normaler Lagerung zwischen dem Seewerkalk und dem Schrattenkalk des Muldenschenkels der Wand entlang, welche das Mittlerthal vom Vorderthal scheidet (Fig. 1); hier streichen die Schichten in der Längsrichtung des Thälchens und fallen 27° wandeinwärts (N). Manche von den Fältelungen des Gault macht auch der Schrattenkalk mit; in dem kleinen Gewölbe unterhalb der Faltenverwerfung ist dieser stark transversal geschiefert; er kann bis auf ein schmales Band von 2 bis 3 m Mächtigkeit reduziert sein, ist sogar an einer Stelle ganz ausgequetscht[1]).

Auch im Vorderthal (Fig. 3 und 4) — einem geneigten isoklinalen Schichtgewölbe mit Neocomkern — hat der Gault sekundäre Verbiegungen und Fältelungen. Fig. 4 zeigt seinen Verlauf an der steilen südlichen Thalwand. Der Schrattenkalk macht die Umbiegungen des Gault mit. Seewerkalk, Gault und Schrattenkalk sind hier stark verbogen, ausgezogen und ineinander geschoben. Denken wir uns alle die Fältelungen des Gaultprofiles in eine gerade Linie ausgezogen und vergleichen wir diese Strecke mit der jetzigen Ausbreitung des

---

[1]) *Anmerkung.* Das Mittlerthal selbst ist ganz mit Schutt bedeckt; die meisten Blöcke sind Schrattenkalk, jedoch kommen auch solche von Gault und Seewerkalk vor. Sie sind wahrscheinlich durch Schneetransporte an Ort und Stelle gelangt. Auch begegnet man mehreren kleinen Schutthügelchen, die nach ihrer Form kleine lokale Moränen vorstellen.

Gault, so finden wir, dass er durch die Faltung auf $^1/_3$ seiner ursprünglichen Ausdehnung reduziert ist. Vom Gewölbe bis zur Stelle, wo er untertaucht, beträgt die Distanz ca. $^3/_4$ km; vor der Stauung des Calanda müssen also die beiden Endpunkte ca. 2 km weit voneinander entfernt gewesen sein.

Die Beziehung der Topographie des Calanda zu seiner Geologie, d. h. der Oberfläche zur innern Struktur, ist folgende: das Taminathal von Vättis bis Langwies bildet mit der Achse der Falte einen Winkel von 12°, daher rührt die bizarre, langgestreckte Form, die die Kartierung des Neocoms und Schrattenkalks der Muldenumbiegung erhalten hat. Von Langwies an ändert sich die Richtung des Thales und bildet einen Winkel von 40° mit der Achse der Falte: damit ändert sich auch die Kartierung der Gehänge. Das Rheinthal von Reichenau nach Felsberg bildet mit der Faltenachse einen Winkel von 25°; daher finden wir dort die Serie vom Verrucano bis zum Malm schief angeschnitten. Von Felsberg bis Untervaz zeigt das Thal gegen die Achsenrichtung nicht so grosse Abweichungen. Von dort bis Mastrils schneidet es die Schichten wieder schief, um von Mastrils bis Ragaz quer zur Faltenrichtung zu verlaufen. Die Gehänge südlich und östlich vom Haldensteiner Calanda gehen fast parallel der Schichtung; auf diese Weise kommt die so grosse Oberflächen-Ausdehnung des Malm und des nicht so mächtigen Neocom zu stande (vgl. Profil V und VI).

Nachdem wir die enorme Falte nachgewiesen haben, können wir sagen, dass der normale Malm nicht mehr als 600 m mächtig ist. Dass er 1500 m hohe Wände am Westabhang des Calanda bildet, kommt von der dreifachen Aufeinanderlagerung, die er infolge der Faltung hat. Zu unterst ist er normal und ist ca. 550 m mächtig, darauf verkehrt und dann wieder normal; diese beiden Lagen haben unterhalb des Haldensteiner Calanda zusammen 500 m, (Profil IV); da, wo die Kreide zwischen der verkehrten oberen und normalen unteren Lage fehlt (unterhalb des Felsberger Calanda, Profil VI), beträgt die dreifache Mächtigkeit des Malm zusammen ca. 1500 m.

Als Produkt der mechanischen Wirkung der gebirgsbildenden Kräfte auf die Gesteine haben wir die Umwandlung des Malm in Marmor unterhalb Felsberg, das Clivage im Verrucano, Malm und Eocän anzusehen. Der Verrucano, der im Bleiswald unter dem Röthidolomit auftaucht und die Wand von Tschingels

bis zum Rhein hinab bildet, ist stark transversal geschiefert. Dieses Clivage scheint parallel der Schichtung zu streichen, fällt aber steiler als die Schichten. Die Richtung der transversalen Schieferung des Malm bei Felsberg und des Eocän im Taminathal ist SW-NE. Wollen wir daraus die Richtung der gebirgsstauenden Kräfte herleiten, so bekommen wir SE-NW, was mit der Richtung des faltenden Schubes senkrecht zur Achse der Calandafalte übereinstimmt.

2. Der Calanda und die Glarner Doppelfalte.

Von *Heim*[1]) wurde die Vermutung ausgesprochen, dass der Calanda aus dem normal gelagerten Muldenschenkel des Südflügels der Glarner Doppelfalte herausmodelliert sei. Die Calandafalte war damals ganz unbekannt. Nach unseren heutigen Kenntnissen über den Bau des Calanda kann diese Annahme nicht mehr als berechtigt erscheinen.

Vergleichen wir unsere Profile mit den Profilen durch den Südflügel der Glarner Doppelfalte von *Heim*[2]), besonders mit Profil 14 auf Taf. II der Beiträge, Liefg. 25, sowie unsere Karte mit dem Blatte XIV, so sehen wir, dass die beiderseits vom Taminathale normal gelagerten Schichten dem Muldenschenkel des Südflügels der Glarner Doppelfalte entsprechen; die oberen Teile des Mittelschenkels und des Gewölbeschenkels der Calandafalte werden dem Mittel- und Gewölbeschenkel des Südflügels analog sein. Der Schluss daraus ist der, dass die Calandafalte nichts anderes als der Südflügel der Glarner Doppelfalte ist. Das Studium des Calanda zeigt uns, wie der Südflügel der Glarner Doppelfalte nach Osten endigt, sowie seine Beziehungen zum Nordflügel derselben.

Bis zum Ringelspitzgebiet streicht der Südflügel der Doppelfalte WSW-ENE. An der SW-Ecke des Calanda dreht er sich und nimmt SW-NE-Richtung an. Dadurch nähert er sich dem Nordflügel. Der Ringelspitz (3251 m) ist Verrucano, darunter kommen Jura und Kreide; das entspricht dem verkehrten Mittelschenkel des Südflügels. Der Haldensteiner Calanda (2808 m) ist aus der normal liegenden Kreide des Gewölbeschenkels modelliert. Derselbe Gewölbeschenkel zieht theoretisch einige hundert Meter über dem jetzigen

---

[1]) Beiträge, Liefg. 25, pag. 159. Mechanismus I, pag. 202.

[2]) Mechanismus I, und Beiträge, Liefg. 25.

Ringelspitz durch. Am Ringelspitz steht der Gewölbeschenkel um wenigstens 500—600 m höher als am Calanda. Der Südflügel der Glarner Doppelfalte biegt also an seinem östlichen Ende nach Nordosten um und sinkt dabei um 500—600 m; zugleich nimmt er rasch an Faltungsweite ab.

Der Mittelschenkel der Südfalte ist an der Gewölbebiegung ausgezogen; so zeigt es uns das *Heim*sche Profil durch den Ringelspitz, sowie auch unser Profil V bei Älplikopf, wo wir die normal gelagerte Kreide des Gewölbeschenkels finden, während der verkehrte Mittelschenkel fehlt. Gegen den Muldenkern zu wird der Mittelschenkel besser ausgebildet; am Westabhange des Calanda ist er sehr mächtig vertreten.

Heim meinte[1]), dass die Wurzel des Südflügels der Glarner Doppelfalte bis nach Chur reichen müsse, und der Verrucano dieser Wurzel müsse sich unter der Ebene zwischen dem Calanda im Norden und den Bündnerschiefern im Süden weiter erstrecken, er müsse ohne Zweifel die Umkrümmung der Calandakette noch etwas mitmachen, bis er, vermutlich etwa zwischen Masans bei Chur und Zizers ganz in der Tiefe zurückbleibe ..... „Das grosse Hauptthal von Ilanz bis Chur liegt also gerade mit seinem Boden einerodiert auf einem Gewölbekern, einem „„Verrucanoaufbruch““, der beiderseitig von Zonen jüngerer Gesteine eingefasst ist“ ..... Für die Strecke Reichenau-Chur scheint dem nicht so zu sein. Der Schichtenfolge des Calanda nach hätten wir im Rheinthale bei Chur nicht Verrucano, sondern Kreide oder wenigstens Malm zu erwarten, denn von der Goldenen Sonne thalauswärts fanden wir vom Verrucano an normale Schichtreihe. Von überschobenen Formationen jünger als Malm findet sich am Ostabhang des Calanda nichts. Der Verrucano des Südflügels der Glarner Doppelfalte wäre nicht im erodierten Rheinthale bei Chur zu suchen; er sinkt vielmehr unterhalb der Goldenen Sonne ins Calanda-Gebirge ein. Höher und gegen Norden zu kann er nicht gehen, weil er dann am SW-Abhange des Taminser Calanda, bei Foppawald oder ob dem Kunkelspass zu Tage treten müsste. Den Verrucano des Gewölbekerns finden wir hoch oben am Ringelspitz; von hier aus muss er plötzlich herabsinken bis zu der Stelle im Bleiswald, unterhalb der Goldenen Sonne, wo alles verschüttet ist.

---

[1]) Beiträge, Liefg. 25, pag. 160.

Daraus würde folgen, dass das Rheinthal von Reichenau auswärts nicht ein erodierter Gewölbekern, sondern ein Isoklinalthal wäre.

Wenn, wie ich glaube bewiesen zu haben, die Calandafalte wirklich der Ausläufer des Südflügels der Glarner Doppelfalte ist und nicht etwa bloss eine harmonische sekundäre Falte des Muldenkernes des ersteren darstellt, dann wäre damit zugleich die *Bertrand-Süss*sche Hypothese widerlegt, welche Nord- und Südflügel der Glarner Doppelfalte als eine einzige enorme, nach Nord überliegende Falte auffasst.

Dritter Teil.

Jüngere Bildungen, Quellen, Bergbau.

1. Bergsturzreste im Rheinthal von Chur bis Reichenau.

Das Rheinthal um Reichenau liegt zwischen den Bündner-Schiefern (rechts vom Rhein) und dem Kalkgebirge (links) und ist eine der seltsamen Stellen, wo mitten aus den mächtigen Alluvionen des Rheines noch merkwürdige kegelförmige Hügel zu Tage treten, die nicht aus Rheingeschiebe formiert sind. Durch die Nähe des grossartigen Flimser-Bergsturzes komplizieren sich die Verhältnisse ausserdem noch, so dass die Untersuchung der Gegend auch auf die Lösung von geologischen Fragen entfernterer Gebiete von Einfluss ist und daher bereits zu wichtigen Streitfragen geführt hat. Aus dem Grunde habe ich diese Gegend einer ausführlichen Untersuchung und Beschreibung unterworfen.

1. Die kleinen Hügel, die bei Ems aus dem Thale heraufragen, sowie die grösseren bei Reichenau, sind vor 1827 für Schutt, d. h. Alluvionen, Anschwemmungen des Rheines, gehalten worden.

2. 1827 betrachtete *B. Studer* und nach ihm *A. Escher v. d. Linth* die Emser Hügel als anstehende Felsen [1]).

3. 1854—59 hat sie *Theobald* als Reste eines grossartigen aus NE, vom Calanda, herkommenden Bergsturzes aufgefasst [2]).

---

[1]) *B. Studer.* Geognostische Bemerkungen über einige Teile der nördlichen Alpenkette, pag. 27.

Tagebücher von *A. Escher v. d. Linth,* Bd. I, pag. 249.

B. Studer und *A. Escher v. d. Linth.* Carte géologique de la Suisse, II. Aufl.

[2]) *G. Theobald.* Der Calanda.

Id. Zur Kenntnis des Bündnerschiefers, pag. 24.

Id. Naturbilder aus den Rhätischen Alpen. 2. Aufl. Chur. pag. 26. 3. Aufl. 1891, pag. 16.

4. *Heim* hat 1878[1]) die Hügel bei Tamins, Reichenau und Ems wie *Theobald* aus Bergstürzen vom Calanda hergeleitet. 1882 hat derselbe Autor[2]) das Material dieser Bergstürze als aus dem Flimserbergsturz, also von Westen herkommend, angesehen. 1891[3]) ist er wieder zu seiner älteren Ansicht zurückgekehrt.

5. *Rothpletz*[4]) und *Tarnuzzer*[5]) kommen in der neuesten Zeit zur alten Anschauung zurück, die fraglichen Hügel als Anstehendes anzusehen.

Meine Untersuchung der Gegend hat folgende Resultate ergeben:

Im Thale bei Chur ragen auf dem Schuttkegel der Plessur 10 Hügel von 1—20 m Höhe heraus. Sie sind grösstenteils bewachsen, nur hie und da kommen Aufschlüsse vor.

1. Am linken Ufer der Plessur auf halbem Wege von Chur zum Rhein liegt ein Hügel, früher Köhl'scher Bühl, jetzt Felsenau genannt. Der Hügel ist ca. 7 m hoch und hat 50 m im Durchmesser; es stehen zwei Häuser darauf. An allen (3—4) Aufschlüssen findet man nur Schutt, ausschliesslich aus eckigen Stücken grauen, sandigen, thonigen oder kalkigen Bündnerschiefers, bis 30 cm Durchmesser bestehend. Die Kanten der einzelnen Stücke sind ganz scharf, so dass sie weder von Moränen, noch von Flusstransport herrühren können. Auch findet sich nicht eine Spur von Gletscherschrammen. Ein grauer thonig-kalkiger Cement kittet die Blöcke zusammen. Die Mächtigkeit des Schuttes, soweit wir sie messen können, ist ca. 10 m, 7 m im Freien und 3 m im Gewölbe des angebauten Kellers. Das ist der einzige Hügel auf der Strecke von Chur bis Reichenau, der aus Bündnerschieferschutt besteht. Er war schon 1859 *Theobald* bekannt.

2. Am Ackerbühl bei der Pulvermühle, SW vom vorigen, sind lauter Malmblöcke aufgeschlossen.

3. SW vom Ackerbühl liegt der Walsers-Bühl, der höchste dieser Hügel, ca. 20 m hoch, 585 m über Meer. Er ist ganz mit Vegetation bedeckt

---

[1]) *Alb. Heim.* Mechanismus der Gebirgsbildung, Bd. I, pag. 203, 206.
[2]) Id. Der alte Bergsturz von Flims, pag. 298.
[3]) Id. Beiträge, Lfg. 25, pag. 448, 450 und 451.
[4]) Geologisches Profil durch die Ost-Alpen, pag. 240.
[5]) Die Tomas-Landschaft.

und zeigt keine Aufschlüsse. Zwischen den beiden zuletzt genannten Hügeln verlaufen zwei sehr deutliche Furchen, eine längs, die andere quer zur Thalrichtung: verlassene Rheinläufe, welche zwischen sich die Hügel als Erosionsreste stehen gelassen haben.

4. Rischs Bühl ist SE von den vorigen gelegen; ca. 5 m hoch, mit einem Aufschluss in Malmschutt.

5, 6. NE von Rischs Bühl zwei kleine (1—$1^1/_2$ m hohe) ganz beraste Hügelchen.

7. Hinter dem Waisenhaus befindet sich der Schönbühl. Er trägt einige zerstreute Blöcke (einer davon 1 m gross) typischen Röthidolomits mit Quarzgängen und Muscovitblättchen, stellenweise krystallinisch ausgebildet. Es scheint, dass dieser Röthidolomit sich wesentlich von demjenigen unterscheidet, der am Calanda oberhalb Tschingels ansteht und ärmer an Quarz ist.

8, 9. Hinter der Kaserne liegen zwei 5 m hohe beraste Hügel: Melzischer-Bühl und Bindschedlers-Bühl. Der erste hat Flussgeschiebe von Malmkalk, Bündnerschiefer, krystallinischen Gesteinen etc., aber weder eckiges Blockmaterial noch Anstehendes: es ist ein Geschiebehügel.

10. An der Plessur liegt (nach brieflicher Mitteilung des Herrn Professor Dr. *Tarnuzzer* in Chur) SE von Felsenau in der kaufmännischen Wiese der Bündte. Dort ist ein ganz niedriger Hügel abgegraben worden und geschichteter Malm in der Breite von 4 m entblösst. Das ist der beste Aufschluss zwischen der Emser Strasse und der Plessur. Der Fels liegt kaum merkbar höher als die Oberfläche des Thalbodens. Anstehend oder grosser Block?

11. Zwischen Alt- und Neu-Felsberg, nördlich vom Schulhaus, steht ein ca. 40 m langer und 12 m hoher Hügel. Er wurde zum Teil für den Schulhausbau abgegraben und ist deshalb ganz entblösst. Der östliche, tiefere Teil besteht aus Röthidolomit. Am SW-Ende sind noch einige Schichten von hellgrünem, schiefrigem Verrucano zu sehen. Der Röthidolomit ist deutlich geschichtet mit Streichen N 20° W, Fallen 55° SW. Es ist nicht zu erkennen, ob das scheinbar anstehende Gestein noch tiefer unter die Thalebene geht. An der Ostseite lehnt sich an den Röthidolomit Bergsturzmaterial aus lauter eckigen Malmblöcken. Alles ist sodann mit starker, typischer Moräne bedeckt. Auf der Westseite liegt ein abgerundeter, geschrammter erratischer Roffnaporphyr-Block.

12. Neu-Felsberg gegenüber, auf dem rechten Rheinufer, liegt der Hitz-Bühl. Er ist ca. 10 m hoch und besteht aus Malmblöcken von verschiedener Grösse, die unregelmässig übereinander liegen. Auf der NE-Seite sind es vorherrschend Blöcke von Quintnerkalk, auf der SW-Seite Tithonblöcke; auf der Südseite liegt Moräne mit einer Rheinsanddecke.

Als „Tomas" erheben sich in der Umgebung von Ems aus der Thalebene 12 Hügel von verschiedener Höhe; der höchste, Toma Gilli, ist 70 m hoch.

13. Der ganz nahe am Rhein gelegene Toma Turrera (auf der Karte nicht benannt), auf dem die Kirche von Ems liegt, trägt auf der Rheinseite eckige Blöcke von Malm und oben etwas Thonschlamm, in welchem viele gekritzte Blöcke stecken (Grundmoräne).

14. Toma Casté, 52 m hoch, trägt keine Blöcke. Er besteht in der südlichen Hälfte aus schwach krystallinischem Hochgebirgskalk, in einheitlicher brecciöser Masse, ohne deutlich abgegrenzte einzelne Blöcke; eine Schichtung ist nicht erkennbar. Das Gestein ist splitterig, stark zerklüftet; beim Anschlagen zerfällt es in ganz kleine eckige Stücke. Wegen dieser Eigenschaft ist es nicht als Baustein verwendbar und liefert nur einen schlechten Strassenschotter. Die nördliche Hälfte des Hügels besteht aus mächtiger Grundmoräne: Ziegel-Lehm mit wenigen kleineren Malmbrocken.

15. Toma Gilli, 70 m hoch, hat keinen Aufschluss, trägt nur einige verstreute Malmblöcke [1]).

16. Toma Marchesa, wie der vorige.

17. Toma Falveng trägt einige erratische Blöcke. Auf der Westseite unten, am Fusse des Hügels, ist eine kleine Moräne in einer Kiesgrube aufgeschlossen, die der Grundmoräne von Bonaduz sehr ähnlich sieht; sie enthält Stücke von Verrucano, Röthidolomit, Malm, Granit, Diorit, Syenit etc., manche mit Schrammen.

18. Toma Platta, trägt Blöcke von brecciösem Malm; kein Aufschluss.

19. Toma Patrusa (neben dem vorigen), 44 m hoch, mit zwei Steinbrüchen. Im untern Steinbruch sind kleine Blöcke aus hellgrauem, dolomitischem

---

[1]) *Rothpletz* (Geologischer Querschnitt, pag. 235) erwähnt, dass an diesem Hügel *Bergeat*, sein Begleiter, beim Besuche dieser Stelle eine Terebratula nucleata gefunden habe. (Wohl nicht in Anstehendem!)

Tithon vorhanden, in welchem sich die im stratigraphischen Teile besprochenen Petrefakten fanden: Korallen mit Septarien (Lithodendron-artige Korallen mit baumartiger Verzweigung), Hydrokorallineen, Diceras, Nerinæa etc. Im obern Steinbruch liegt ein ca. 100 m^3 grosser Block desselben Gesteins, oben und auf den Seiten mit Moräne bedeckt, in der sich Blöcke von Hochgebirgskalk, Dogger, Röthidolomit etc. finden; manche davon sind geschrammt und mit Kalksinter überzogen. Vertiefungen auf dem Rücken des Hügels sind mit Gletschermaterial ausgefüllt. An der Ostseite dieses Blockes ist eine Gletscherpolitur mit deutlichen Schrammen zu sehen. Im Spätherbst 1894 wurde, anlässlich der Gewinnung von Strassenschotter, auf der Strassenseite am Fusse des Tomas, zusammengebackener Schutt von Hochgebirgskalk entblösst. Es war eine Art von Schichtung zu sehen, abwechselnd hellere und dunklere Streifen, wahrscheinlich durch das versickernde Wasser nahe der Oberfläche verursachte Entfärbung des Gesteins. Aus diesem Aufschluss sehen wir, dass das Tithon des oberen Steinbruches nicht anstehend ist, sondern bloss eine wenig mächtige Blockkappe des Hügels bildet, während darunter der Toma aus Hochgebirgskalkschutt besteht.

20. Toma Carpusa, in der Nähe des vorigen, trägt Hochgebirgskalk und Tithonblöcke, hat aber keinen Aufschluss.

21. Tom'arsa, 64 m hoch, südlich, weit von der Landstrasse. Hat keinen Aufschluss, trägt einzelne Malmblöcke.

22. Der neben ihm langausgestreckte Toma Lunga hat auch keinen Aufschluss, trägt aber mehrere vereinzelte grosse Malmblöcke.

23. Der westlich von diesem liegende, auf der Karte unbenannte Toma hat auf der SW-Seite einen Aufschluss; er besteht aus splitterigem, in ganz kleine Stücke zerfallendem Hochgebirgskalk.

24. Der kleinste, Toma Varsera, ist ganz mit Vegetation bedeckt.

Die Verhältnisse um Reichenau und von da dem Hinterrhein entlang aufwärts sind von *Heim* in seiner schon vielfach citierten 25. Lieferung der „Beiträge“ eingehend beschrieben und durch eine Spezialkarte (Taf. VII, 1) illustriert worden; ich kann diese Beobachtungen voll bestätigen und habe nur einige wenige Ergänzungen hinzuzufügen.

Bei Zollbrückboden, oberhalb der Landstrasse, sind Einschnitte, die gerundete Geschiebe von verschiedenen Gesteinen zeigen; hie und da ist ein

Block von Malm zu finden, sonst ist bis nach Plaun Vaschnaus alles mit Vegetation bedeckt. Am Rhein findet man oberhalb der Brücke Hochgebirgskalk. Das Gestein ist stark zerklüftet und zerfällt beim Anschlagen leicht in kleine Stücke. Die Schichtung ist schwer zu erkennen und leicht mit Clivage zu verwechseln. Ich mass dort: Streichen N 35° W, Fallen 55° SE. Das Gestein ist nicht sicher anstehend; es sind einige Felsen von nicht beträchtlicher Grösse auf dem Rheinsande und unter dem Schutte entblösst; sie stehen nicht in Zusammenhang miteinander und können ganz gut in Schutt und Sand eingebackene Blöcke sein.

Der Felsen an der Prallstelle des Rheins im Plantaschen Garten zu Reichenau ist ein einzelner Block; von der Vorderrhein-Brücke sieht man, wie er hinten plötzlich aufhört und dass die Hohlräume mit Schutt und kleineren Blöcken ausgefüllt sind.

Gehen wir jetzt dem rechten Ufer des Hinterrheines entlang aufwärts. Nach den mit Schutt bedeckten Stellen bei der Brücke bildet eine mächtige Moräne das Rheinbord. Oben am Wege sieht man einen riesigen Block von Röthidolomit, mit Quarzgängen erfüllt. Dieser Block, gegen Norden zu geneigt, schwimmt in der Moräne, indem er von allen Seiten von Gletschermaterial umhüllt ist. Die Moräne setzt sich weiter fort; dann treten wir in die Region des Verrucano ein: grünlicher, schiefriger Verrucano, ähnlich demjenigen am Calanda. Es liegen mehrere einzelne Blöcke davon auf dem Gehänge ob dem Wege, sowie unten am Rheine; es giebt aber Stellen, wo er kontinuierlich bis zum Rhein hinab geht, so dass ein Teil des Verrucano mit grösster Sicherheit als anstehend anzusehen ist. Weiter kommt wieder Moräne und dann hart am Rhein wieder Verrucano. Dann nochmals Moräne, aus der unterhalb Plaun dil Boign ein ziemlich grosser Block Röthidolomit herausragt. (Der Röthidolomit ist offenbar durch Gletschertransport daher gekommen; das bestätigt sich auch durch den Reichtum an Quarzit, welcher ihn eher dem Röthidolomit aus dem Gebiete des Hinterrheins, etwa Schams oder Avers, nähert, als dem der Umgebung.) Die mächtige Grundmoräne dieser Stelle bildet steile Abhänge und ist durch das Regenwasser tief eingeschnitten. Weiter südlich, bei Brühl, schliesst dieses Moränenmaterial einen Block stark zerbröckelten, brecciösen Hochgebirgskalkes ein. Die NE-Seite von Brühl ist mit Blöcken

von grünlichem Verrucano bedeckt; wir finden denselben auch am Wege von Val Trips gegen Vogelsang zu. Der Bach von Val Trips fliesst aus den Bündnerschiefern herunter (Streichen N 40° E, Fallen 35° SE). Im Plaun dil Pré kommt an zwei Stellen die Grundmoräne zum Vorschein. In Pl. Leula finden wir an einer Stelle einen ca. 8 m langen, 5 m breiten und 2 m dicken Röthidolomitblock, der fast horizontal auf dem Vegetationsboden liegt. Das Gestein ist demjenigen vom Calanda sehr ähnlich, ohne bedeutende Quarzitgänge. Nördlich von dieser Stelle liegt der 155 m hohe Hügel Ils Auts und östlich davon der Hügel Zumpfaus; beide sind ganz mit Vegetation bedeckt; vereinzelte Blöcke verschiedener Dimensionen von Malmkalk ragen aus dem Boden heraus. An zwei solchen, in der Nähe des Gipfels von Ils Auts, habe ich die Schichtung gemessen, Streichen N 35° W, Fallen 80° SW. Am nördlichen Ende von Zumpfaus, gegen Tuleu zu, liegt neben der Strasse ein Haufen Malmblöcke. Auf dem Sattel, der Pl. Vaschnaus von Pl. dil Boign trennt, liegen zwei lange, scharfkantige Blöcke von Schiltkalk. Südöstlich von dieser Stelle, ob Pl. dil Boign, ist die Oberfläche ganz mit Doggerblöcken bedeckt; das Gestein ist dasselbe wie am oberen Stollen an der Goldenen Sonne. An zwei Stellen, in Pl. Leula und am Hügel südlich von Pl. Vaschnaus, finden sich erratische Blöcke; die Malmköpfe von Ils Auts sind abgerundet, an Gletscher-Rundhöcker erinnernd. Diese Erscheinungen zeigen uns, dass Gletscher über die Hügel von Ils Auts gefahren sind und dass diese Hügel wenigstens schon zur Zeit der letzten Vergletscherung vorhanden waren.

Auf dem linken Ufer des Hinterrheines finden wir folgendes: eine ca. 70 m mächtige Grundmoräne erfüllt das Thal; auf dieser liegen die Dörfer Bonaduz und Rhäzüns. Gegen den Rhein zu endet sie mit steilem, stellenweise überhängendem Borde. Aus dem Niveau dieser Moräne ragen einige Hügel heraus. Der Hügel bei Campagnia ist mit Malmblöcken bedeckt. Der Dänisch hat an seiner NE-Seite Doggerblöcke; nur ein minimaler Teil trägt anderes Gestein. Auf der NW-Seite ist ein Steinbruch angelegt; in diesem kommt Malm zum Vorschein, der auf 50—60 m Länge als einheitlicher Fels mit Streichen N 40° W, Fallen 40° SW erscheint. An der Umbiegung des Vorderrheines, bei Plazes, finden sich unter der mächtigen

Grundmoräne zwei Aufschlüsse von Verrucano, ganz dasselbe grünliche, schiefrige Gestein wie gegenüber auf der rechten Seite. Der Felsvorsprung bei Bonaduz, unten am Rheine, besteht zu unterst aus Dogger (schwarze Schiefer, Crinoidenkalke und Eisenoolith), darauf kommt Malm (Schiltkalk und Oxfordschiefer). Streichen N 40° E, Fallen 20° NW. Von beiden Seiten und oben ist er von Moräne umhüllt. Der Dogger kommt oben bei der Kirche von Bonaduz wieder zum Vorschein; dort streicht er N 55° E und fällt 30° SE. Auf Cresta Lunga (NE-Seite) findet sich ein erratischer Block; in der Ebene gegen die Landstrasse zu wechseln braune, eisenhaltige Kalke mit grauen Kalken und hellgrauen glänzenden Thonschiefern. Der Hügel scheint ein Block von Bündnerschiefer zu sein. Das Streichen stimmt nicht mit dem der Umgebung. Cresta Bliema trägt Blöcke von Dogger (anstehend?) und einen sicher erratischen Block; auch das ganz kleine Hügelchen nördlich davon trägt Doggerblöcke. Der Hügel, auf welchem die Kapelle St. Georg steht, besteht aus Bündnerschiefer; Streichen N 55° E, Fallen 30° SE. Alle übrigen Hügel in der Ebene sind mit Schutt bedeckt und lassen nichts Anstehendes erkennen. Unter dem Schlosse Rhäzüns, dem Rheine entlang, sind mächtige Felsen von braunen, inwendig blaugrauen Crinoidenkalken in Abwechslung mit grauen Thonschiefern aufgeschlossen. Streichen N 80° E, Fallen 60° SSE. (*Heim*[1]) betrachtet diese Stelle sowie die Felsen nördlich als Übergänge des Dogger und Lias in Bündnerschiefer. Über die Verhältnisse bei Bonaduz und Rhäzüns hat sich auch *Rothpletz*[2]) ausgesprochen.) An der Strasse südlich von Rhäzüns folgen die anstehenden Bündnerschiefer mit Streichen N 35° E, Fallen 45° nach SO.

Nördlich des Rheines an der Strasse von Reichenau nach Tamins liegt rechts etwas Schutt von Malmblöcken. Der Hügel, auf welchem die Kirche von Tamins steht, ist im südlichen Teile mit Doggerblöcken bedeckt, nur im Westen, nahe der Bierbrauerei, kommt Malm vor. Die Grenze dieser beiden Gesteine verläuft N-S. Der Hügel beim neuen Schulhause zeigt etwas Dogger, EW streichend, mit 45° Fallen nach Norden. SW von Tamins erscheint Grundmoräne, über welcher Rheinkies lagert; bei Planezza finden

[1]) Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, 25. Lfg., pag. 253, 254.
[2]) *A. Rothpletz*, Geolog. Querschnitt, pag. 237.

sich auch einige Röthidolomitfelsen. Am Rheine NE von Reichenau stossen wir beiderseits vom Bache auf Malm-Blöcke von bedeutenden Dimensionen. Nördlich von dieser Stelle, am Weg von Tamins nach Pradamal, erhebt sich eine ca. 100 m hohe Wand. Es ist nicht schwer, sich zu überzeugen, dass wir es hier nicht mit anstehenden Felsen zu thun haben: sie hat nicht das kahle, glatte Aussehen der ächten Malmwand, sondern bildet einzelne, aus dem Schutte hervorragende Felsköpfe. Dieses Material ist sehr leicht von den Atmosphärilien angreifbar, die Gehänge sind daher bis zum Rheine herab mit Schutt bedeckt. Der zwischen dieser Stelle und Valtonis gelegene Hügel hat keine Aufschlüsse; er trägt nur einige Malmblöcke. Vom Hügel Rascheu ist dasselbe auszusagen wie von der obigen Stelle am Rhein. Er ist an seiner Südseite blossgelegt und bildet einen 60 m hohen Felsen, der aus aufeinander liegenden Malmblöcken besteht. Hier und unten am Rhein ist nicht die geringste Spur einer Schichtung zu erkennen. Am südlichen Teil von Rascheu sieht man etwas Moräne. Bei Pradamal finden sich viele Blöcke, meistens Röthidolomit; etwas höher, am Wege von Tamins nach Felsberg, sind mächtige Schichten von demselben Gestein aufgeschlossen; sie scheinen anstehend zu sein. Streichen N 40° E, Fallen 20—40° NW. Etwas nördlich davon, am Ende des Weges, der von Tamins zum Bleiswald führt, tritt wieder Röthidolomit auf, darauf etwas Dogger und zu oberst schiefrige Kalke des untern Malm. Wir haben keinen Anlass, dieses Vorkommen nicht als Anstehendes zu betrachten, und können diese Stelle als die Fortsetzung der Röthidolomitmulde zwischen Tschingels und der Goldenen Sonne betrachten. Die Umgebung ist mit Schutt bedeckt.

Resümieren wir die Verhältnisse des Rheinthales von Chur bis nach Reichenau und Bonaduz:

a) Unzweifelhaft anstehende Felsen („Klippen" *Heim*). Als solche haben wir zu nennen: Den Verrucano beiderseits vom Hinterrhein, am Plazes und gegenüber dieser Stelle unterhalb Ils Auts, auch denjenigen beiderseits von Val Trips, bei Brühl und am Wege nach Plaun dil Pré. Von Röthidolomit fanden wir Klippen unterhalb Tamins auf der linken Seite des Vorderrheins, wo einige Felsen von diesem Gestein unter der Grundmoräne auftauchen. Von Bündnerschiefer die Felsen NE von Rhäzüns, wo sie vom

Rheine durch die Grundmoräne heraufsteigen und den Hügel der Kapelle St. Georg bilden. Von Doggerklippen haben wir die Nase am Rhein bei Bonaduz kennen gelernt, die in ihrem obern Teile aus Malm besteht. Der Dogger dringt durch die Moräne und bildet den Hügel der Kirche Bonaduz, ferner Cresta Bliema und den kleinen Hügel nördlich davon. Als Klippe erscheint der Dogger noch unterhalb des Schlosses Rhäzüns.

b) Bergsturz von Flims. Das Schuttmaterial von diesem Bergsturz reicht thalauswärts bis über die Vereinigungsstelle beider Rheine hinab. Ausser dem Schutt, der am Rheine bei Reichenau zu Tage tritt[1]), sind noch die Hügel Campagnia und Dänisch und die westlich davon gelegenen Hügel dazu zu rechnen. Bei Dänisch treffen wir einen Malmaufschluss, welcher auf eine Strecke von 50 m Schichtung zeigt; trotzdem möchte ich ihn als Schutt betrachten, da diese Schichtung nach SW einfällt, quer zum Fallen des Anstehenden der ganzen Umgebung, und da sich ferner auch in den modernen Bergstürzen so grosse Blöcke vorfinden.

c) Bergsturz vom Kunkelspass. Schon von Tamins aus fällt im nördlichen Gebirge eine Lücke auf. Die Bildung dieser Nische ist kaum ausschliesslich den allmählichen und konstanten Wirkungen der Erosion zuzuschreiben. Grosse Bergstürze waren hier erleichtert durch das Fallen der Schichten nach SE gegen das Thal zu (30°). Als Reste eines Bergsturzes aus dieser Gegend finden wir unten im Thale die Hügel bei Tamins: Rascheu, Valtonis, die Prallstelle des Rheins, aus Malm, und den Hügel beim neuen Schulhaus und den Kirchhügel — aus Doggerschutt gebildet. Auch Ils Auts besteht aus Material von diesem Bergsturze. Dass im westlichen Teile die sonst hauptsächlich von Malmblöcken gebildete Sturzmasse aus Dogger besteht, ist aus der geologischen Beschaffenheit der Ausbruchnische völlig erklärlich: die Felsen nördlich von Tamins sind in der Hauptmasse Malm; im Westen bei Vogelstein finden wir Dogger. Beim Niederstürzen hat diese Doggerschicht den westlichen Rand des Sturzhaufens einnehmen müssen, und so hat sich im Schutt ein Doggerstreifen gebildet, der N-S, von Tamins bis Pl. dil Boign verläuft. Auf der Ostseite

[1]) Vgl. *Heim*, Beiträge, pag. 445.

des Abrissgebietes findet sich in der Nähe der Goldenen Sonne zwar auch Dogger; dem entsprechend hätten wir ihn auch im östlichen Teil des Schuttmateriales finden sollen; er wird dort mit jüngerem Schutt bedeckt (Bleiswald) oder durch Gewässer weggeschleppt sein. Die Schuttmassen von Val Trips bis zum Girsch mögen früher einheitlich zusammengehangen haben; erst die Modellierung durch Gewässer liess ihre jetzige Hügelform entstehen. Dabei hat der Rhein die Hauptrolle gespielt, indem er Ils Auts von dem Taminser Hügel trennte. Als Zeuge vom höheren Stande des Rheines zur Zeit seines Einschneidens in die Bergsturzmasse kenne ich nur die Geschiebeterrasse bei Zollbrückboden. Heute ist es nicht mehr möglich, die Grösse des Bergsturzes vom Kunkelspass zu messen; ein grosser Teil davon, vielleicht der grössere, ist schon erodiert. Die Länge des Ablagerungsgebietes wird auf 3—5 km zu schätzen sein. Im Süden stand das Bündnerschiefergebirge im Wege; ein Teil der Sturzmassen wird zurückgeprallt sein und vielleicht so die Anhäufung von Ils Auts verursacht haben.

d) Calanda-Bergstürze. Wie wir schon gesehen haben, kommt an dem Toma Patrusa zu unterst, in der Thalsohle, Hochgebirgskalkschutt vor, und auf dem Gipfel liegen Tithonblöcke. Über die Bergsturznatur dieses Tithons kann man nicht im Zweifel sein. Die andern Hügel im Rheinthale bestehen auch meistens aus Malmschutt (Hochgebirgskalk und Tithon). Dieser kann nur vom Norden hergekommen sein, denn südlich giebt es nur Bündnerschiefer. In der Nähe findet sich das Tithon nur am Calanda, und zwar am Felsberger Älple. Das Tithon der Tomas muss also von dieser Stelle herstammen. Von Calandagesteinen treffen wir ausser dem Malm noch Röthidolomit an dem Hügel beim Schulhaus Felsberg. Das Gestein sieht wie anstehend aus, aber die Richtung der Schichtung ist N 20° W, mit Fallen 55 nach SW, quer zum Streichen des Calanda und des Bündnerschiefergebirges; solches Streichen kann Anstehendes an dieser Stelle nicht haben. Das Material dieses Hügels wird vom Röthidolomit bei Felsberg und der Goldenen Sonne stammen. Die Thatsache, dass es auch Schutthügel giebt, deren Gesteine tieferen Horizonten als dem Malm angehören und am Felsberger Älple nicht anstehen, führt uns zu der Annahme, dass das Material der Hügel im Rheinthal nicht durch einen einzigen Bergsturz vom Calanda ins Thal gebracht sein

kann, sondern durch eine ganze Reihe von Stürzen. Das Ablagerungsgebiet beginnt ca. $3^1/_2$ km oberhalb Ems und reicht bis nach Chur hinaus. Abrissgebiete markieren sich bis zum Felsberger Älple hinauf. An dieser Stelle fallen die Schichten am Calanda mit 30° nach SE ins Thal herab, für Bergstürze also sehr günstige Verhältnisse (speziell für Felsschlipfe und Felsstürze).

e) Pizokel-Bergsturz. Der Köhlsche Bühl (Felsenau) bei Chur besteht, wie schon bemerkt, aus Bergsturzschutt von Bündnerschiefer. Ein Bergsturz aus dem Bündnerschiefergebirge, jedenfalls aus dem nächststehenden Pizokel, wird dieses Material ins Thal gebracht haben. Das Gestein des Köhlschen Bühls unterscheidet sich gar nicht von demjenigen des Pizokel.

f) Die glacialen Reste, die wir im Rheinthale finden, weisen darauf hin, dass die Bergstürze und die Modellierung der Hügel aus dem Bergsturzmaterial der letzten Interglacialzeit angehören. Von den Gletschern wurden gebracht: Die erratischen Blöcke auf Ils Auts und die Grundmoräne, die sich daran anlehnt; der erratische Block und die Moräne bei Toma Falveng, die Moräne auf dem Hitzschen Bühl, die Moräne auf der Nordseite des Felsberger Schulhaushügels; die Röthidolomitblöcke (hauptsächlich ein grosser) am rechten Ufer des Hinterrheins, südlich der Brücke von Reichenau, ferner der grosse Röthidolomitblock bei Plaun Leula und die vom Schönbühl bei Chur. An den genannten Stellen liegen die Röthidolomitblöcke entweder in Moräne eingebacken oder direkt auf Bergsturzschutt. Der Quarzitreichtum des Röthidolomits von Ils Auts weist auf entfernteren Ursprung hin. Die Hügel im Rheinthale existierten also schon vor der letzten Vergletscherung, und die Gletscher vermochten sie nicht wegzurasieren; das giebt uns eine Bestätigung dafür, dass die Gletscher nicht im Stande sind, beträchtlich aushobelnd zu wirken. Einzig die Blöcke auf Ils Auts und Tom Patrusa wurden etwas abgerundet.

Die Erscheinung von mehreren Bergstürzen im Rheinthale kann uns nicht überraschen, denn nach *Penck* ist sie ein ziemlich allgemeines Phänomen für alle Alpenthäler und die Zeit der letzten Vergletscherung. *Penck* giebt folgende Erklärung dieser Erscheinung. Das Gestein war durch starke Regenfälle und das Gletscher-Schmelzwasser sehr locker geworden, wurde jedoch durch die

Gletscher, welche die Thäler ausfüllten, am Losbrechen verhindert. Sobald sich aber die Gletscher zurückzogen (für unseren Fall in der letzten Interglacialzeit), fiel dieser Widerstand dahin, die gelockerten Felsenmassen stürzten in die Thäler hinunter und füllten sie aus. Von dieser Ausfüllung sind unsere Hügel als vom Rheine stehen gelassene Erosionsrelikte erhalten geblieben.

Die Ansicht, welche manche Geologen, wie *Rothpletz* u. a., in der neuesten Zeit geäussert haben, das Gestein der Hügel im Rheinthal sei als anstehend zu betrachten, sowie die Hypothese von *Rothpletz,* dass das Rheinthal ein versunkenes Gewölbe sei, werden durch meine Beobachtungen nicht bestätigt. Es sind dabei auch folgende Momente in Betracht zu ziehen:

1. Nach der jetzt allgemein anerkannten Theorie der Thalbildung scheint es weniger wahrscheinlich, dass in den ersten Stadien der Thäler, wo das Gefälle gross ist, Erosionsrelikte bleiben, als später, wenn das Thal im III. Stadium seiner Bildung begriffen ist und das kleinste Gefälle erreicht hat. In diesem Stadium schneidet sich der Fluss nicht mehr ein; er vermag fremdes, das Thal ausfüllendes Material nicht vollkommen wegzunehmen, sondern fliesst um dasselbe herum und lässt einen Teil davon als Erosionsrelikte zurück in Form rundlicher Hügel.

2. Falls man die Hügel als anstehend betrachten wollte, scheint mir die Höhe von 55 m, die Ils Auts erreicht, ungenügend für die Mächtigkeit des Verrucano, der ganzen Röthigruppe, des ganzen Dogger und Malm. Während der Röthidolomit am Calanda 80 m mächtig ist, beträgt er bei Ils Auts nicht einmal 10 m; auch für den Dogger haben wir nicht die entsprechende Mächtigkeit. Wäre das ein versunkenes Gewölbe, so hätten diese Gesteine am Gewölbescheitel just eine grössere Mächtigkeit, als sie an den Stellen haben, wo sie horizontal liegen, und wir finden gerade das Gegenteil. *Rothpletz* hat sich darauf gestützt, dass eine normale Anordnung der Gesteine bei Ils Auts herrsche, eine Thatsache, die nicht zu leugnen ist. Aber nur der Verrucano ist anstehend; der Röthidolomit ist ein Moränenblock (Bergsturz auf den Gletscher, nach *Heim*), Dogger und Malm sind Bergsturzschutt.

3. Die Berührungsfläche von Malm und Doggerblöcken beim Kirchhügel von Tamins, sowie die Schichtung des Schulhaushügels von Felsberg etc.

gehen quer zum allgemeinen Schichtenverlauf der Umgebung, was auch gegen die Auffassung als Anstehendes spricht.

4. Der Ansicht von *Rothpletz*, das Rheinthal sei ein versunkenes Gewölbe, widersprechen ferner folgende Thatsachen: Die Schichten am Calanda fallen alle (ausgenommen die kleine Röthidolomitmulde bei Tschingels) nach SE und SSE, also bergauswärts, nicht wie *Rothpletz* es auf seinem Profile in der Nähe der Verwerfung gezeichnet hat[1]). Ihre Fortsetzung durch das Rheinthal hätte eher eine Mulde als ein Gewölbe gegeben. Gegen die Annahme einer Mulde spricht aber das Fallen der Bündnerschiefer, rechts vom Rheine, das die gleiche Richtung wie die Schichten am Calanda, links vom Rhein, hat. Aus dem gleichen Grunde kann hier auch kein normales Gewölbe versunken sein. Hier könnten wir uns eher, nach *Heim*, im Kern eines liegenden Gewölbes befinden[2]).

5. An vielen Stellen, wo *Rothpletz* Anstehendes sehen will, liegt loses Blockmaterial. Das Innere der Hügel bleibt dem Auge verborgen.

2. Gletscherwirkungen.

Die Gletscher der Glacialzeiten bedeckten den grössten Teil des Calanda; bis zu einer Höhe von 1800 m finden wir ihre Reste als Moränen und erratische Blöcke. Südlich des Felsberger Calanda und bei Salazalp kommen erratische Blöcke vor. Nur die höheren Gräte und Spitzen des Calanda ragten als Inseln aus dem Eismeere heraus.

a. Moränen. Am Calanda bestehen die Moränen in der Hauptmasse aus Malmblöcken; dieselben haben auch am besten die Schrammen behalten. Ausser diesem Gestein treffen wir noch Trümmer von Verrucano, Lias, Bündnerschiefer und Dogger; von den krystallinischen Silicatgesteinen finden sich am meisten Puntaiglasgranite, Syenite, Sericitgneisse, verschiedene Schiefer etc. Auf der Rheinthalseite haben die Randmoränen besondere Verbreitung in der Umgebung von Untervaz. Mächtige Grundmoränen (bis 60 m) bedecken das Vorder- und Hinterrheinthal in der Umgebung von Reichenau, Ils Auts, Bonaduz

[1]) Geologischer Querschnitt, Fig. 105, pag. 236.

[2]) Mechanismus I.

und Rhäzüns. In diese sind die Terrassen beiderseits des Hinterrheins eingeschnitten. Sie bestehen aus den verschiedenen Gesteinen des Vorder- und Hinterrheingebietes, in abgerundeten, mässig grossen Blöcken. Schlamm, Sand und Blöcke sind ohne Regelmässigkeit und Schichtung durcheinander geworfen und verkittet. Sie bilden steile, senkrechte, stellenweise überhängende Wände; die durch Regenwasser, Rinnsale und Bäche tief eingeschnitten sind und Erdpfeiler bilden. Reste dieser Grundmoräne finden wir weit thalauswärts bei Hohenrain, Felsberg, Hitz-Bühl und Toma Falveng. Die Terrasse, auf welcher Alt-Felsberg liegt, ist aus ganz abgerundeten Blöcken von Eruptivgesteinen und aus eckigen, nicht geschrammten oder geschrammten Malmblöcken zusammengesetzt. Stellenweise ist auch eine Schichtung zu erkennen. Der Kitt ist thonig-sandig. Am besten kann man diese Grundmoräne auf dem Wege von Felsberg nach Hohenrain sehen. Ähnliches Grundmoränenmaterial bildet auch die Terrasse bei Haldenstein. Hinter Hohenrain vor den ersten Verrucanofelsen kommt an den Gehängen Moränenschutt vor, gebildet aus scharfeckigen, teilweise geschrammten Blöcken von Malm- und Eruptivgesteinen. Die Gletscher dürften bei ihrem Vorrücken den Schutt am Calanda, wenigstens an dieser Stelle, weggeräumt und beim Rückzug hier Gletschermaterial abgelagert haben, das sich später mit neuem Schutt gemischt hat.

Der Thalgrund von Valens bis oberhalb Vättis ist mit Grundmoränenmaterial ausgefüllt. Bei Vadura erreicht die Grundmoräne 1050 m und im Ramuzertobel oberhalb Vättis 1200 m Meerhöhe; an dieser letzteren Stelle muss sie eine lokale Endmoräne vom Ringelspitz sein, die jünger als die übrigen Grundmoränen ist, da sich auf der anderen Seite, am Calandagehänge, in dieser Höhe keine Moränenreste finden. Zwischen Ramuztobel und Vadura geht die Moräne nicht über 1000 m. Das Taminabett liegt jetzt bei Vättis 950 m, bei Valens 715 m über Meer, das Gefälle in dieser Strecke beträgt mithin 235 m. Bei Valens aber gehen die Moränen bis 340 m über das Niveau der Tamina, also 100 m über das Niveau der Tamina bei Vättis. Die Endmoräne wurde sodann mit fluvioglacialen Massen hinterfüllt. Vielleicht haben sich dieselben teilweise in einen Moränensee abgelagert. Unmittelbar unter- und oberhalb Vättis bei 975 m treffen wir eine solche

fluvioglaciale Terrasse. Sie besteht aus Flussgeschieben mit Gletscherblöcken gemischt; die letzteren sind teilweise gerundet, die Schrammen zum Teil verschwunden, immerhin finden sich deutlich geschrammte Blöcke. Im Moränensee wurden die Flussgeschiebe der Tamina mit den Gletscherblöcken gemischt. Diese Mischung war nur für die Terrassenhöhe (975 m) möglich; die höher liegende Moräne (z. B. im Ramuztobel bei ca. 1200 m) und die tiefer liegenden (zwei solche am rechten Ufer der Tamina gegenüber Spina bei ca. 900 m) blieben unberührt und bewahrten echten Moränencharakter. Dieser Stausee muss sich vom Ramuztobel bis etwas unterhalb Spina erstreckt haben. Es entsteht die Frage nach der Ursache der Stauung: beim Rückzug der Gletscher der letzten Eiszeit hat sich der Sardonagletscher früher aus dem Taminathal zurückgezogen als der Gletscher von den Grauen Hörnern; der erstere hatte in der That eine längere (doppelte) Strecke zu durchlaufen als der letztere, um die fraglichen Stellen im Taminathal zu erreichen; er hatte ein grösseres Thal auszufüllen und besass ausserdem noch in seinem oberen Teile einen südlichen Abfluss. Das Eis und die Moränenablagerungen des Gletschers von den Grauen Hörnern dämmten und stauten die Tamina zu einem See in einer Höhe von 975 m. Im unteren Teile hat der See das Moränenmaterial hie und da durch die Wellen weggeschleppt und so eine Schichtung erzeugt, die da, wo thonige Schichten in Abwechselung mit blockigen vorkommen, noch heute zu sehen ist.

Mir scheint, dass die Tamina die Basis der Moränendecke in der Umgebung von Vättis noch nicht erreicht hat. An einer Stelle unterhalb Vättis, am rechten Ufer der Tamina, gerade oberhalb der Brücke, geht die Moräne bis zum Flusse herab, und es ist sehr wahrscheinlich, dass sie noch tiefer als das Bett des letzteren reicht.

b. Erratische Blöcke. Die erratischen Blöcke finden sich meistens am Ostabhange des Calanda; der Westabhang trägt solche nur am Kunkelspass und an den flachen Eocängehängen. Sie sind meistens haufenweise beisammen. Besonders erwähnenswert ist die erratische Blockanhäufung unterhalb Salaz (Obere Berge und Pazzig). Es sind hauptsächlich Gaultblöcke, von Kopfgrösse bis 8 m^3 Inhalt, früher für anstehend gehalten und von *Theobald* kartiert. Es finden sich auch andere Gesteine darunter: Granite, Syenite etc.

Das Anstehende ist hier Malm. Die Blöcke haben meistens abgestumpfte Kanten, tragen manchmal Politur oder Schrammung.

Am Calanda fand ich erratische Blöcke aus folgenden Gesteinen:

1. Puntaiglas-Granit vom Val Frisal, Val Puntaiglas und Val Rusein.
2. Titanitreicher Hornblendegranit von der Wasserscheide zwischen Puntaiglas und Val Gliems (südlich vom Tödi), Val Mulineun, Val Tscheps etc. (nördlich von Somvix).
3. Aplit vom Val Frisal bis zum Oberalppass häufig.
4. Dioritische Gesteine vom Piz Ner-Puntaiglasgebiet, Somvix, Val Rusein, Disentis etc. Piz Lavaz?
5. Quarz-Glimmer-Diorit. Herkunft?
6. Gneissähnlicher, gequetschter Roffnaporphyr. Roffna, Hinterrheinthal.
7. Sericitischer Gneiss, Sericitphyllit (massig). Herkunft?
8. Sericitgneiss. Tavetsch (Nordseite) oder Medels?
9. Gneissartiger Verrucano. Gebiet zwischen Ilanz und Truns.
10. Verrucano (gequetschter Porphyrit), von Ilanz aufwärts.
11. Verrucano (Quarzbreccie), Vorderrheinthal.
12. Eocäner (?) Thonschiefer und Sandstein. Kistenpass.

Ferner viele Blöcke von sedimentären Gesteinen, ohne bestimmt erkennbare Herkunft:

13. Malm.
14. Röthidolomit.
15. Taveyannazsandstein.
16. Nummulitenkalk.

Es sind also vorhanden Blöcke von dem linken Gehänge des Vorderrheinthales bis zum Tavetsch (links und rechts), vielleicht auch aus dem Medels.

Es fehlen solche aus den rechtsrheinischen Nebenthälern vom Somvix an abwärts und besonders aus dem Hinterrheintal (ausgenommen Roffna-Porphyr) Oberhalbstein, Julier-, Albula- etc. Gebiet. Das ist begreiflich, da die Gesteine der letztgenannten Gebiete auf den rechten Rand

des grossen Rheingletschers getragen und mithin an den Gehängen rechts vom Rhein abgelagert wurden. Der oben erwähnte geschrammte Block von Roffnaporphyr findet sich ganz unten im Thale beim Schulhaus Felsberg und gehört wahrscheinlich einer Mittel- oder Stirnmoräne an.

c. Gletscherschliffe und Rundhöcker. Deutliche Gletscherschliffe finden sich im Taminathal bei St. Peters, nicht weit von der Stelle, wo die Tithon-Petrefakten angegeben sind, ferner im Rheinthale bei Patnal und Halbmil ob Untervaz. Unter den glacialen Ablagerungen, die hier eine sehr grosse Verbreitung haben, ragen die geschrammten Malmfelsen heraus, ebenso gegenüber der Plessurmündung; ein grosser Teil ist schon zu Bausteinen für die Rheindämme verwendet worden. Am Tithonblock an Toma Patrusa finden sich auch Gletscherschrammen. *Theobald* erwähnt noch[1]) solche aus den Haldensteiner Maiensässen und jenseits des Rheins, bei Chur im Steinbruch NW der Kantonsschule. Am Calanda treffen wir alle Gletscherschliffe auf Malm; dieses Gestein zeigt sich am günstigsten für ihre Erhaltung.

Die runde Form, die die Felsköpfe des Malm auf Ils Auts zeigen, kann auch durch die Wirkung der Gletscher erklärt werden; ganz sichere Schrammen fand ich allerdings hier nicht.

3. Erosion und Alluvion.

a. Erosion und Thalbildung (Terrassen). Heim hat schon längst darauf hingewiesen,[2]) dass der obere Teil des Taminathales wegen seiner Breite nicht durch den dort fliessenden Görbsbach ausgearbeitet werden konnte, sondern dass das durch einen grossen Fluss geschehen sein muss. „Der Hinterrhein fing einst 500 m vertikal über Reichenau den Vorderrhein auf und setzte seinen Weg in gerader Richtung über Kunkels und Vättis nach dem Einschnitt zwischen Fläscherberg und Gonzen fort. Die Terrassen von Kunkels, Valens und Pfäfers lassen sich als Fortsetzung des Thal-

---

[1]) *Theobald.* Zur Kenntnis des Bündnerschiefers, pag. 25.

[2]) Mechanismus I pag. 321 und 322.
Beiträge, 25. Lfg., pag. 469 ff.

bodens vom Schams nachweisen. Es war dies ein westlicher Rhein. Damals floss der Oberhalbsteiner-Rhein als östlicher Rhein in geringer Entfernung fast parallel ebenfalls direkt nördlich über die Lenzerheide, Parpan, Chur, zwischen Falknis und Fläscherberg gegen den Bodensee .... Ein linker Nebenfluss des östlichen Rheins durchschnitt von unten nach oben den Sattel zwischen Chur und Reichenau auf das jetzige Niveau, lenkte den Hinter- und Vorderrhein in den östlichen Rhein ab und legte dadurch das Kunkelsthal in Stagnation." Die Geschichte der Thäler am Calanda ergiebt sich aus dem Studium der Terrassen als Resten der früheren höheren Thalböden, im Taminathale und im Rheinthale, soweit es den Calanda umzieht. Ausser den unten angegebenen Terrassen sind hie und da noch andere, besonders Felsterrassen, zu erkennen; aber sie sind nicht weit zu verfolgen.

A. Taminathal.

Linkes Gehänge.	Rechtes Gehänge (Calandaseite).
I. Thalboden.	
Felsterrasse unterhalb Schafgrat, ca. 2100 m ü. M. (Malm), Ramuzalp 2080 (Malm, Neocom, Schrattenkalk), Gelbberg 2040, Vättnerälpli 1950, Heubödeli 1900 (Flysch).	Felsterrasse unterhalb Felsberger Calanda ca. 2200 m, Haldensteiner Schafthäli 2150, Felsterrasse unterh. Haldensteiner Calanda 2100, unterh. Sattel 2020, unterh. Calandaluz 1920 (alles Malm).
II. Thalboden.	
Grossalp 1740, Hinteralp 1720, ob Hochwand 1710, unterh. Ramuzalp 1700, ob Simelibödeli 1690 (alle Malm), unterh. Vättnerälpli 1670 (Schrattenkalk), Vättnerberg 1650, Vindels 1630, Bachberg 1600, Vasönerälpli 1580 (alle im Flysch).	Silbereck 1950, unterh. Taminser Calanda 1920, unterh. Felsberger Calanda 1890, unterh. Schafthäli 1850 (alles Malm), unt. Haldensteiner Calanda 1800 (Neocom, Schrattenkalk), Guaggis 1770, Älplistein 1770 (beide Malm), Salaz 1750 (Neocom), Bärenfalle 1680 (Seewerkalk).

III. Thalboden.

Unterh. Ramuzalp 1500 (Malm), Simelibödeli 1450 (Röthidolomit), Suttersboden 1400 (Dogger und Malm), unterh. Vättnerberg 1380 (Schrattenkalk), unterh. Vindels 1360 (Seewerkalk), unterh. Vasönerälpli 1340, unterh. Burst 1300 (beide Flysch).

Unterh. Taminser Älple 1700, unterh. Taminser Calanda 1650, Umgefallener Wald 1600, bei Gontscherolatobel 1550, bei Vidameida 1530 (alle Malm), unt. Guaggis 1500 (Neocom), Schrötter 1500, Ghürst 1480, Waldboden 1470 (alle Schrattenkalk), Ragolerberg 1440 (Flysch).

IV. Thalboden.

Kunkelspass 1350 (Malm), Wolfjos 1230 (Neocom), Dreher 1200 (Nummulitenkalk), Tschenner 1110, Rafige 1020 (beide Flysch).

Balsura 1380, bei Balmentobel 1350, bei Vidameida 1300, ob Gontscheraus Wald 1290, unt. Zweienkopf 1250 (alle Malm), Tschugg 1200 (Flysch).

V. Thalboden.

Kunkels Dorf 1150 (Malm und Alluvion), Gaschleira 1059 (Dogger und Alluvion), Pardatsch 1032 (Röthidolomit und Alluvion), Mattlina 991, Vättis (Bühl und Gamsboden) 976, Gaspüs 959, Spina 948 (alle Verrucano, Schuttkegel und Grundmoräne), dazwischen die Thalenge von St. Peters, Langwies 943 (Nummulitenkalk und Moräne), Vasön 928, Valens 915, Unter-Ragol (rechte Uferseite) 900, Böden und Ballen 870, Vaschnaris (r. Ufer) 870, Dorf Pfäfers (r. Ufer) 840, Vadugg 820 (alle Flysch).

VI. Jetziges Niveau des Görbsbaches und der Tamina.

Bei Gaschleira 1050, Pardatsch 1000, Mattlina 955, Vättis 940, Gaspüs 915, Spina 900, St. Peters 860, Langwies 810, Vasön 785, Valens und Unter-Ragol 700, Böden und Ballen und Vaschnaris 640, Pfäfers 560, Vadugg 530, Ragaz (am Rhein) 505 (alles Alluvion, Schuttkegel und Moräne).

B. Rheinthal.

Linkes Gehänge (Calandaseite).	Rechtes Gehänge.
I. Thalboden.	
Taminser Älple 2000, Felsberger Älple 2100 (beide Malm) (abnorm gerichtetes Gefälle!), Haldensteiner Alp 2025 (Neocom), Mastrilser Alp 1900 (Seewerkalk), Salaz 1800 (Neocom), Bärenfalle 1710 (Seewerkalk).	Alp dil Plaun, Alp Raguta, Feldiser Alp 2000, Dreibündenstein 2100 (abnorm gerichtetes Gefälle!), Zanutschboden 1900, Ober-Falsch 1800, Äbi, Scära, Neusäss 1730, Hochsäss, Älple 1720, Ried 1650 (alle Bündnerschiefer).
II. Thalboden.	
Ausserälpliwald 1740, Oberberg 1770 (beide Malm) (abnorm gerichtetes Gefälle!), Sesslinen 1650, Geuscha 1560 (beide Neocom und Schrattenkalk), Pazzig, Brida, Lienki 1500 (Malm), Maröli 1490 (Neocom), St. Margarethen 1257, St. Margarethenberg, Furggels 1202 (alle Eocän).	Feldis 1550, Culârera 1680, La Schirra 1730 (abnorm gerichtetes Gefälle!), Ober-Schwarzwald 1650, Ochsenberg 1600, Falsch 1470, Alter Säss 1425, Laubenzug 1410, Scheiterberg, Boden 1400, Schwendi 1390, Bünla 1350, Bendlen 1270 (alle Bündnerschiefer).
III. Thalboden.	
Mittelberg 1450, Nessetboden, Fontanuglia 1440 (beide Malm), Berg 1430 (Neocom), Batänia 1410 (Neocom und Schrattenkalk), Zanopis 1260 (Neocom und Malm), Artaschiew 1240, Ratschon 1200, Jeli 1170 (alle Malm), Valtschernus 1050 (Malm und Neocom), Munt 1000 (Eocän).	Zeus 1410, Juchs 1380, Unter-Schwarzwald 1260, Sayis 1140, Valzeina, Sigg 1100, Carstelun 1080, Fadera 1060 (alle Bündnerschiefer).

IV. Thalboden.

Unterberg 1190, Foppa 1010, Arella 990 (alle Malm), ob Ruine Lichtenstein 930 (Neocom), ob Scalripp 900 (Schrattenkalk), Valboden 870, Patual 750 (beide Malm), Tretsch 720 (Eocän).

Scheid 1200, Duals, Pola Bella 1150, Samun 1130, Schöneck 1110, Latsch 900 (alle Bündnerschiefer).

V. Thalboden.

Bövel 720 (Malm).

Builds 990, Saglioms 960 (Bündnerschiefer).

VI. Thalboden (jetziges Niveau des Rheines).

Bei Reichenau 603, bei Ragaz 504 (Alluvion).

Überblicken wir kurz die angegebenen Terrassen, so bekommen wir folgende allgemeine Resultate über die Terrassensysteme im Calandagebiete:

A. Taminathal.

(*a* bedeutet die Thalbodenreste, *b* bedeutet die Terrassenabstände (Steilabstürze).

		Linkes Gehänge.		Rechtes Gehänge.	
		a.	*b.*	*a.*	*b.*
Thalboden	I.	2160—1800	345	2200—1920	260
„	II.	1740—1530	210	1950—1650	250
„	III.	1550—1300	240	1700—1400	250
„	IV.	1350—1020	200	1380—1150	280
„	V.	1150— 820	210	1150— 820	210
„	VI.	1050— 505		1050— 505	

B. Rheinthal.

		Linkes Gehänge. a.	b.	Rechtes Gehänge. a.	b.
Thalboden	I.	2100—1700	315	2100—1650	370
„	II.	1770—1400	360	1730—1270	265
„	III.	1450—1000	280	1410—1060	185
„	IV.	1190— 700	470?	1200— 900	?
„	V.	720— ?	117?	? ?	?
„	VI.	603— 504		603— 504	

Aus der Vergleichung der Thalböden beider Gehänge am gleichen Thale ergiebt sich, dass die entsprechenden Terrassensysteme, sei es in ihrer absoluten Höhe oder in den Abständen von einander, nicht mit einander stimmen. Das ist eine häufige Erscheinung. *Mühlberg* hat sie zuerst (im Aarethale) beobachtet und erklärt. Wir verweisen auf seine klassische Arbeit[1]).

Die Terrassensysteme des Taminathales stimmen hingegen wohl mit denjenigen des Westrheines[2]) zusammen:

Westrheinthal.	Taminathal.
2500—2350	2180—1860
2350—2000	1845—1590
1970—1650	1625—1350
1650—1375	1365—1085

Vergleichen wir den V. und VI. Thalboden des Taminathales miteinander, wie es bereits *Heim*[3]) gethan hat, so kommen wir auf die folgenden Zahlen:

Terrassenort.	V.	VI.	Höhendifferenz.
Kunkels Dorf	1150 m		
Gaschleira	1059 „	1050 m	9 m
Pardatsch	1032 „	1000 „	32 „

[1]) Die heutigen und früheren Verhältnisse der Aare (Programm der Kantonsschule in Aarau 1885), pag. 34.

[2]) Vgl. *Alb. Bodmer*, Terrassen und Thalstufen der Schweiz, pag. 28.

[3]) Beiträge, 25. Lfg., pag. 470.

Terrassenort.	V.	VI.	Höhendifferenz.
Mattlina	991 m	957 m	34 m
Vättis (Bühl und Gamsboden) . . .	976 „	940 „	36 „
Gaspüs	959 „	915 „	44 „
Spina	948 „	900 „	48 „
Dazwischen die Thalenge von St. Peters	— „	860 „	— „
Langwies	943 „	810 „	133 „
Vasön	928 „	785 „	143 „
Valens	915 „	700 „	210 „
Unter-Ragol	900 „		
Boden und Ballen	870 „	640 „	230 „
Vaschnaris			
Pfäfers Dorf	840 „	560 „	280 „
Vadugg	820 „	530 „	290 „
Ragaz (am Rhein)	— „	505 „	— „

Die Neigungen, auf die Länge von 19 km berechnet, betragen:

Für den V. Thalboden: 1150—820 = 330 m = 2 % = 1° 0′

„ „ VI. „ : 1050—505 = 545 m = 3 % = 1° 39′

Der Unterschied der Neigung dieser beiden Thalböden ist sehr beträchtlich und weist darauf hin, dass sie nicht durch den gleichen Strom gebildet sein können. Der Vte Talboden muss durch einen grossen Flusslauf (Westrhein) verursacht sein, wie denn auch die höheren Terrassen mit denen des Westrheins übereinstimmen. Wir bestätigen also die *Heim*sche Ansicht: das Kunkelsthal ist der Thaltorso eines einstigen „Westrheines".

Das Durchschneiden der Wasserscheide von West-Ostrhein zwischen Reichenau und Chur, welches die Ablenkung des Westrheins nach Osten verursacht hat, scheint, wenigstens in seiner Hauptsache, durch einen von NE nach SW fliessenden Seitenfluss des Westrheins geschehen zu sein. Wir haben folgende Beweise dafür: Am Calanda sind an dieser Stelle die obersten zwei Terrassenböden nach Westen geneigt (pag. 48, I, II); so hat die Terrasse am Taminser Älple ca. 2000 m Höhe, während diejenige am Felsberger Älple vom gleichen Terrassensystem ca. 2100 m hoch liegt; auch diejenige vom Ausser-Älpli-Wald hat nur ca. 1740 m, während die von Ober-

berg bei 1770 m liegt. Auf der andern Seite des Rheins besteht die gleiche Erscheinung (pag. 48, I, II); die Terrasse von Alp dil Plaun, Alp Raguta, Feldiser Alp liegt bei ca. 2000 m, diejenige vom Dreibündenstein 2100 m; die gleiche Beobachtung machen wir bei den Terrassen von Feldis 1550 m, von Culârera 1680 m, und von La Schira 1730 m. Der Calanda ist demnach als Sammelgebiet für diesen Seitenfluss anzusehen, der, NE-SW fliessend, die Barrière zwischen Ost- und Westrhein zu durchschneiden begann. Gleichzeitig muss aber der Ostrhein tiefer gelegen haben als der Westrhein. Bei Bövel (bei Haldenstein) sieht man in 720 m Höhe eine steil nach Osten geneigte Terrasse; sie scheint der Rest eines unbedeutenden, ostwärts fliessenden Seitenbaches des Ostrheins zu sein, der den Durchschnitt der Barrière vollendete, so dass doch in letzter Linie der Ostrhein seinen westlichen Nachbarn abgezapft hat.

An den Gehängen des Dreibündensteins sind die Terrassen auf der NW-Seite nicht die Fortsetzung derjenigen auf der Flanke gegen den Hinterrhein; diese hören bei Feldis auf, jene beginnen in anderen Höhen. Beide können nicht durch den gleichen Strom erzeugt sein: die Terrassen auf der Hinterrheinseite hat der frühere Westrhein, die auf der Seite des vereinigten Rheins ein alter Seitenfluss des Westrheins gebildet, derjenige wohl, der auch am Calanda nach Westen sinkende Terrassen hinterlassen hat.

Die berühmte Taminaschlucht beim Bad Pfäfers ist im Eocän eingesägt. Ihre 100 m hohen Wände sind einander so nahe, dass sie sich oben fast berühren; an einer Stelle bilden sie eine Naturbrücke über die Schlucht; dieser Pass ist so entstanden, dass sich die Kluft zwischen den sehr nahestehenden Wänden mit Blöcken verstopfte. Die Wände zeigen sehr schöne Erosionskessel; einer, die Magdalenengrotte, ist 10 m tief und hat 12 m im Durchmesser. Die Bildung der Taminaschlucht erklärt sich leicht durch die Ost- und Westrhein-Theorie. Als der Westrhein über den Kunkels floss, hat er die obere, breite Sohle von Vasön, Valens, Ragol etc. gebildet; nachher wurde er bei Reichenau in den Ostrhein abgelenkt. Der vereinigte Rhein war sehr wasserreich und vermochte sein Bett weiter in die Tiefe und Breite auszuarbeiten, bis er sich bis jetzt bei Ragaz ca. 300 m tiefer eingeschnitten hat; die allein gebliebene Tamina war nicht im Stande, ihr Bett entsprechend dem Westrhein in

die Breite auszuarbeiten, und schnitt sich nur in die Tiefe ein. Dieses Einschneiden, welches unten am Rhein begonnen und die Pfäfersschlucht gebildet hat, geht jetzt noch vor sich; der schnell fliessende, Geschiebe treibende Fluss schneidet sich weiter aufwärts ein.

Die Vorgänge, die das Amphitheater von Girsch gebildet haben, sind folgende: der Westrhein floss über den Kunkels, dann erfolgte die Ablenkung desselben nach Osten. Das der Ablenkungsstelle zunächst gelegene Stück des verlassenen Kunkelsthales wurde infolge starker Erosion zu einem Erosionscirkus (Thalbildung im I. Stadium). Die steil nach SE geneigten Schichten wurden unterspült und es erfolgten Bergstürze, die die Hügel von Rascheu, Valtonis etc. bildeten.

Das Rheinthal. Aus unseren Querprofilen durch das Rheinthal sieht man, dass die rechte Seite desselben viel höher liegt (bis 300 m!) als die linke. Viele Schuttkegel haben das Rheinthal auf dieser Seite erhöht; vielleicht weil die zugehörigen Sammelgebiete auf der Wetterseite des Gebirgs liegen und zudem ihre Gesteine (Bündnerschiefer) durch die Atmosphärilien leicht angegriffen werden. Auf der Calandaseite sind nur spärliche Schuttkegel vorhanden. Deshalb bespült der Rhein den Fuss des Calanda: die zahlreichen, mächtigen Schuttkegel auf der rechten Seite haben den Fluss nach Westen gedrängt, nur der grosse Schuttkegel des Rappentobels bei Untervaz vermochte ihn wieder etwas nach Osten abzulenken.

Theobald erwähnt auch[1]), dass man bei den Bauten der Gasfabrik in Chur den festen Grund unter den dachziegelig gelagerten Plessur-Geschieben erreicht hat; die Geschiebe darauf sollen durch Kalktuff zu einem Konglomerat von einigen Fuss Mächtigkeit verkittet sein.

„Noch 1347 ging die Plessur durch Daleu, somit durch die Gegend, wo jetzt der neue Stadtfriedhof liegt“.[2]) Also in weniger als 550 Jahren hat die Plessur eine Ablenkung von wenigstens 800 m nach SW erfahren.

Der St. Margrethenbach stürzt in seinem unteren Laufe von Furggels bis nach Fluppe steil herab, während er in seinem oberen Teile, im schönen,

---

[1]) Der Bündnerschiefer, pag. 25.

[2]) *J. C. Muoth.* Über bündnerische Geschlechtsnamen. (Programm der Bündner Kantonsschule. Schuljahr 1892—93.)

flachen Thälchen von St. Margrethen, ruhig dahinfliesst. Diese seltsame Erscheinung erklärt sich daraus, dass der Bach vor der Vereinigung des West- und Ostrheins ungefähr bei Pfäfers in den Ostrhein mündete. Der vereinigte Rhein schnitt sich mit vermehrten Kräften schnell ein und vertiefte so die Erosionsbasis auch für den St. Margrethenbach, der sein Bett neuerdings rückwärts einsägte und heute mit dieser Arbeit bis nach Furggels hinauf gekommen ist.

b. Bachalluvionen und Schuttkegel. Am Calanda liegen die Schuttkegel fast ausschliesslich am steilen Westabhange, im Taminathal; sie zeichnen sich durch grosse Steilheit (bis 30°) aus, während die Kegel von Untervaz und Ragaz viel flacher sind (ersterer hat 3°, letzterer 2° Neigung). Auf der Rheinseite gibt es unterhalb Felsberg an der Ausmündung des Klein- und Grosstobels, ferner bei Oldis, unterhalb Haldenstein, sowie bei Untervaz Schuttkegel.

c. Schutthalden und Bergstürze. Durch die Verwitterung abgelöste Blöcke werden am Fusse der steilen Abhänge in grossen Schutthalden abgelagert. Die Ablösung der Felsen geht meistens parallel dem Clivage und quer zur Schichtung. Den meisten Schutt liefern der Malm und das Neocom. Der erstere, innerlich stark zerklüftet, zerfällt leicht in grosse Blöcke, während das letztere wegen seiner transversalen Schieferung sich eher in kleinen Platten ablöst.

Auf der Rheinseite des Calanda, wo die Schichten mit 30° nach SE fallen, sind die Verhältnisse sehr günstig für grosse Schuttanhäufungen. Wir erinnern speziell an die Umgebung von Tamins und Girsch, die Strecke von Felsberg nach der Goldenen Sonne und Haldenstein. Am Westabhange dagegen bleibt wegen der Steilheit der Abhänge kein Schutt liegen.

An Bergstürzen fehlt es am Calanda nicht. Ausser den früher erwähnten interglacialen Bergstürzen auf der Strecke von Reichenau nach Chur sind noch folgende namhaft zu machen:

Der Felssturz von Felsberg[1]). Ob Alt-Felsberg fallen die 150 m mächtigen Malmschichten mit 30° nach SE. Bedingt durch diese Steil-

[1]) Vgl. *Alb. Heim.* Über Bergstürze.
Theobald und Tarnuzzer. Naturbilder, pag. 15—16.
Theobald. Der Calanda, pag. 21—23.

heit löst sich der stark zerklüftete Malmkalk in grossen Blöcken ab und stürzt ins Thal. Es ereigneten sich hier wiederholt kleinere Bergstürze in den Jahren 1834, 1842, 1843, 1850 und 1867, aber niemals fielen ganz grosse Massen auf einen Schlag. Besonders bedeutend war der Bergsturz von 1843, welcher das Dorf stark schädigte. 1845—49 wurde Neu-Felsberg mit Hülfe von Liebesgaben erbaut, in geschützter Lage. Schon von weitem sieht man die weisse Schutthalde von jenem Sturze; sie konnte noch nicht bepflanzt werden. Ihre Steilheit beträgt 37°, ein ausserordentlich starkes Bergsturzgefälle, wie es dem grobblockigen, eckigen Material entspricht.

Bergschlipfe treffen wir im Flyschgebiet. Erwähnenswert ist eine Stelle an der Strasse von Ragaz nach Bad Pfäfers. Die Schiefer fallen dort nach Osten und verschütten die Strasse, was jährlich kostspielige Strassenreparaturen erfordert.

Am Wege von Pfäfers nach Tardisbrücke (bei der Brücke über den St. Margrethenbach) beschädigen gleichfalls Bergschlipfe Weg und Brücke.

4. Lössablagerungen.

Löss findet sich oberhalb Haldenstein zwischen Bövel und Foppa am Rheinufer, direkt auf den Malmkalk abgelagert. Seine Ausdehnung beträgt 300 m in der Länge bei einer Mächtigkeit von 5—6 m. Es ist ein gelblicher, sandiger Lehm, mit kleinen Steinstückchen; er enthält sogen. Lösspuppen.

Oberhalb Untervaz findet sich auf den Malmfelsen auch etwas Lösslehm.

Zwischen Mastrils und Nussloch kommt auf dem Eocän (Schiefer und nummulitenfreie Kalke) Löss bis zur Höhe von 800 m vor. Er liegt auf den nach SE geneigten Abhängen in ziemlich weiter Flächenausdehnung (bedeutender als bei Haldenstein), aber selten über einen Meter mächtig, ein rötlich-gelber, sandiger, feiner Lehm ohne „Lösspuppen".

An allen diesen Stellen habe ich folgende, für den Löss charakteristische Petrefacten gesammelt[1]):

[1]) Von Hrn. Prof. Dr. O. Stoll in Zürich gütigst bestimmt.

Helix pulchella Müll., Helix ruderata Stud., Helix sericea Drap., Helix fruticum Müll., Helix obvoluta Müll., Helix candidula Stud., Hyalina crystallina Müll.

Der Löss findet sich nur auf den nach Osten oder Südosten geneigten Abhängen des Calanda; auf der Westseite ist er mir nirgends bekannt.

5. Quellenverhältnisse.

a. Allgemeines über die Quellenverhältnisse am Calanda. Trinkwasserquellen. Am Calanda fallen die Schichten nach SE und bestehen meistens aus durchlässigen Gesteinen, Jura und Kreidekalken, so dass das Wasser versinkt und unterirdisch gegen das Rheinthal zufliesst, wo es in vielen starken Quellen wieder zum Vorschein kommt. Im Erosionskessel von Girsch sprudeln mehrere solche Quellen mit über 20,000 Minutenlitern hervor. Eine andere sehr starke Quelle ist die von Valtonis; ferner zwei Quellen bei Felsberg, die für die Wasserversorgung dieses Ortes gefasst sind, desgleichen bei Haldenstein etc.

Der Calanda selbst ist im allgemeinen sehr wasserarm. Eine Ausnahme machen die Thonschiefer des oberen Malm (Balfriesschiefer) und die Eocänschiefer. Das durch die oberen durchlässigen Kalkschichten eingedrungene Wasser wird von diesen undurchlässigen Thonschiefern aufgehalten, es fliesst den Schiefern entlang ab, und so finden wir an den Stellen, wo diese Schiefer frei zu Tage liegen, zahlreiche starke Quellen. Das gilt speziell für die Umgebung von Artaschiew, Gänge und Pazzig, wo starke Quellen das Rappentobel nähren. Auch das Flyschgebiet ist wasserreich; unter Matonalp erscheint eine grosse Quelle, die den Anfang des St. Margrethentobels bezeichnet. Eine grosse Rolle spielen am Calanda die Schuttquellen; die oberen Alpen werden hauptsächlich von solchen Schuttquellen mit Wasser versorgt. Unter jeder Schutthalde fliessen Quellen heraus, die sich durch ihre Inkonstanz auszeichnen. Sie trocknen oft im Hochsommer nach vielen regenlosen Tagen aus.

b. Die Therme von Friewis. Unterhalb Untervaz, am Rheinborde bei Friewis ist eine kleine subthermale Quelle, mit der Temperatur 13,3° bis

13,5°, (bei einer mittleren Lufttemperatur von 9°). Über diese Quelle lesen wir folgendes[1]): „In der Schrift von Dr. Killias über die rätischen Kurorte und Mineralquellen[2]) ist unter anderem eine summarische Aufzählung der sämtlichen im Kanton bekannten und angegebenen mineralhaltigen Quellen und Bäder enthalten. In dieser Aufzählung heisst es von Friewis bei Untervaz: „„Zwei kaum subthermale Quellen von 14°—15° C., welche im Volke gleichwohl als den Pfäfersquellen verwandt angesehen werden. Indessen bestand hier lange Zeit ein besuchtes Bad, und ein fliegendes Blatt, wonach von Herrn Michael Locher, Artisan in Chur, am 19. Juni 1617 das Wasser von Friewis nochmals nach rechter Kunst probiert und erfunden worden, ist die älteste uns bekannt gewordene Badereklame."" Schon Wagner preist diese Quelle in seiner Historia Naturalis, Seite 118 als mineralisch. Das oben erwähnte gedruckte Folioblatt aus dem 17. Jahrhundert macht in einer langen Aufzählung die Krankheiten namhaft, für welche das Bad erprobt sei. Die Quelle hat einige Wärme, im Winter bildet sich nie Eis an derselben. Gegen Hautkrankheiten hat ihr Wasser noch in neuerer Zeit gute Dienste geleistet."

Jetzt wird die Therme nicht mehr benutzt. Eine chemische Analyse ist nicht gemacht worden.

c. Die Therme von Pfäfers[3]). Im Taminathal kommen SW vom Dorfe Pfäfers aus einer SSW-NNE, quer zur Tamina, verlaufenden Spalte mehrere Quellen. Es sind die Stollenquelle, der Kessel, die Herrenquelle und die Stauquellen. Die ersten fliessen aus dem rechten Gehänge der Taminaschlucht, die Stauquellen wurden 1857 im Flussbette der Tamina gefasst. Sämtliche Quellen haben die gleiche Temperatur und chemische Beschaffenheit und laufen in ein gemeinsames Reservoir. Die Wassermenge ist eine unge-

---

[1]) *Samuel Plattner.* Bad und Burg Friewis.

[2]) *Dr. Killias.* Rätische Kurorte und Mineralquellen. Anlässlich der schweizerischen Landesausstellung in Zürich 1883.

[3]) Vgl. *Escher.* Über die Thermalquelle von Pfäfers; ferner die Mineralquelle Pfäfers (Lit.-Verz. Nr. 8).

Dr. S. Kayser. Die Therme von Ragaz-Pfäfers.

F. P. Treadwell. Chemische Untersuchung der Thermalquelle Pfäfers. 1895.

wöhnlich grosse: 4000—10,000 Minutenliter; erhebliches Zurückgehen des Thermalwasser-Quantums ist eine seltene Ausnahme und tritt nur 2—3mal im Jahrhundert auf. Die Temperatur des Wassers an der Quelle ist im höchsten Grade konstant, von äusseren Witterungseinflüssen unabhängig und beträgt im Felsenbassin der Quelle 36,85° C. Das Thermalwasser ist krystallhell-rein und hat einen angenehmen Geschmack, durchaus nicht fad wie warmes (entgastes Trinkwasser) oder gar destillirtes Wasser wäre. Selbst nach jahrelanger Aufbewahrung zeigt sich weder Trübung noch Niederschlag. Das spezifische Gewicht ist 1,00031.

Eine 1894 von Prof. *Treadwell*[1]) ausgeführte Analyse ergab:

10000 gr. Wasser enthalten:

a. Absorbierte Gase:

Kohlensäure CO_2	= 85,71	cm^3
Sauerstoff O	= 9,09	„
Stickstoff N	= 159,74	„
	254,54	cm^3

gemessen bei 16° C. und 711 mm Druck.

b. Feste Substanzen:

Eisen (Fe)	0,001017 gr.
Aluminium (Al)	0,000863 „
Calcium (Ca)	0,552340 „
Strontium (Sr)	0,007036 „
Baryum (Ba)	0,001760 „
Magnesium (Mg)	0,155180 „
Kalium (K)	0,035543 „
Natrium (Na)	0,292570 „

[1]) Vgl. *Escher*. Über die Thermalquelle von Pfäfers; ferner die Mineralquelle Pfäfers (Lit.-Verz. Nr. 8).

Dr. *S. Kayser*. Die Therme von Ragaz-Pfäfers.

F. P. Treadwell. Chemische Untersuchung der Thermalquelle Pfäfers. 1895.

Lithium (Li)	0,001842 gr.
Ammonium (NH_4)	0,000576 „
Cäsium (Cs)	Spur
Rubidium (Rb)	„
Thallium (Tl)	„
Kupfer (Cu)	„
Kieselsäure (SiO_3)	0,209960 gr.
Kohlensäure (CO_3)	1,037300 „
Phosphorsäure (PO_4)	0,003000 „
Schwefelsäure (SO_4)	0,292450 „
Jod (J)	0,000092 „
Brom (Br)	0,001220 „
Chlor (Cl)	0,346330 „
Fluor (Fl)	0,000280 „
Salpetersäure (NO_3)	0,005080 „
Borsäure (B_4O_7)	0,004150 „
Arsensäure (AsO_4)	0,000060 „
Organische Substanzen	0,000900 „
Summe	2,949549 gr.

Die Mineralquelle ist eine der ältesten bekannten; sie wurde bereits im Jahre 1038, nach anderen 1240 von einem Jäger des im 8. Jahrhundert gegründeten Klosters Pfäfers entdeckt. Jetzt ist an der Quelle ein sehr gutes Badehaus errichtet; durch hölzerne Röhren wird das Wasser nach dem grossartigen Badeort Ragaz geleitet und verliert bis dahin nur 2,5° C. von seiner Quellentemperatur.

Das Volk glaubt, dass die Friewisquelle im Zusammenhang stehe mit der bei Pfäfers, aber *Theobald*[1]) bemerkt schon, dass davon, der geologischen Verhältnisse sowie der Temperatur wegen, nicht die Rede sein kann.

---

[1]) Naturbilder, pag. 65.

6. Bergwerke und Steinbrüche.

a. Das Goldbergwerk „zur goldenen Sonne“[1]). Bei 1312 m über Meer liegt westlich von Felsberg das alte Goldbergwerk „zur goldenen Sonne“. Das Edelmetall wird in gediegenem Zustande, in Form kleiner dendritischer Stückchen, in deutlichen oktaedrischen Krystallen oder staubfein in calcitisch-quarzigen Gängen eingesprengt gefunden; das grösste Stück, das hier überhaupt gefördert wurde, soll 125 gr gewogen und über 23 Karat feines Gold enthalten haben[2]); ein anderes Stück im Werte von 400 Fr. figurierte 1857 an der Berner Ausstellung; Belegstücke des Ganggesteines mit Gold finden sich in der Mineraliensammlung des Rätischen Museums in Chur, sowie in der mineralogischen Sammlung des eidg. Polytechnikums in Zürich. Das Muttergestein, in welchem die Gänge verlaufen, gehört den Opalinusschichten an; es sind graue, sandige, braun anwitternde, dickschieferige Quarzite mit braunen, glimmerigen Zwischenhäuten; sie enthalten in kleinen Geoden schöne Bergkrystalldrusen, Pyrit- und Arsenkies-Krystalle, welche leicht verwittern und Ausblühungen von Eisenvitriol bilden. Das Gestein fällt nach SSE ein. Die goldführenden Gänge fallen nach NW, so dass sie das Muttergestein in einem schiefen Winkel schneiden. Die Mächtigkeit der Gänge wechselt von 0,20 m bis 1,50 m. Der Gehalt an Gold in der Gangmasse lässt sich nicht genau angeben; nachdem man die grösseren, schöneren Stücke ausgelesen, hat die chemische Untersuchung in einer Durchschnittsprobe nach Prof. *Theodor Simmler* in Chur auf 1 Centner (50 kg) Pochmasse 828,5 Milligramm Gold, 24 Karat, ergeben; das entspricht 16·57 Teilen Gold in 1 Million Teilen Pochmasse (d. i. das ausgebeutete Ganggestein, zerschlagen und ausgeschieden, wie es zum Pochwerk kommt). Aber in welchem quantitativen Verhältnis die Pochmasse zum abgebauten Ganggestein steht, wissen wir nicht, so dass sich der wirkliche Gehalt des Ganggesteines an Gold nicht bestimmen lässt. Die

---

[1]) Vgl. *Roeder & Tscharner.* Der Kanton Graubünden.
P. Plattner. Geschichte des Bergbaus der östlichen Schweiz.
Chr. Walkmeister. Aus der Geschichte des Bergbaus etc.
E. Boshard. Das Goldbergwerk „zur goldenen Sonne“.

[2]) *Roeder & Tscharner,* op. cit., pag. 265.

Schwefelkiese der Goldenen Sonne enthalten, entgegen der früheren Annahme, nach der Analyse von Simmler kein Gold.

Das Gold wurde am Calanda am Anfang dieses Jahrhunderts entdeckt; 1809 bildete sich in Chur ein Bergwerkverein zur Ausbeutung des Bergwerkes. Es wurden 6 Arbeiter beschäftigt; jedoch fehlte dem Betriebe fachmännische Leitung. Als man den Goldgang im Stollen verlor, holte man sich Rat bei einer Somnambüle in Strassburg. Damals wurden 5 Stollen und 3 Schächte gegraben; sie sind jetzt teilweise verschüttet. Nur der oberste Stollen lieferte Gold. 1813 prägte man aus dort gewonnenem Golde 72 Bündnerdukaten à 16 alte Schweizerfranken. Nachdem über anderthalb Millionen Franken ausgegeben waren, ging der Verein bitter enttäuscht auseinander.

1856 nahm man die Ausbeutung wieder auf, diesmal an der richtigen Stelle; aber 1861 musste das Unternehmen wieder mit Verlust eingestellt werden. Seitdem ist das Bergwerk nicht mehr in Betrieb gewesen. Es wurde mehrmals wieder gegraben (1876, 1881, 1885), aber das geschah nur in kleinstem Massstabe, um Muster zu erbeuten und Käufer für das Bergwerk zu gewinnen.

Bis jetzt sind alle Versuche, Gold an der goldenen Sonne rentabel zu gewinnen, fruchtlos gewesen; der Fehler scheint aber nicht im goldführenden Gange selbst zu liegen, sondern in der Methode der Ausbeutung und dem Extraktionssystem. Der Gehalt an Gold ist nicht unbedeutend, und wenn eine Bergwerksanlage sachgemäss nicht in zu kleinem Massstabe, aber mit vorläufiger Unterlassung kostspieliger Versuchsbauten durchgeführt würde, könnte sich immerhin Aussicht auf Gewinn bieten. Das sagt auch ausdrücklich schon das Expertengutachten von 1859[1]). Prof. Deicke rechnete bei einem Betriebe mit 20 „Häuern“ auf einen jährlichen Reingewinn von ca. 7000 Fr., wo bei ca. Fr. 29,000 jährlichen Ausgaben etwa $11{,}_{719}$ kg Gold im Wert von Fr. 36,000 gefördert werden könnten. (Bei der obigen Berechnung ist für 1 kg Reingold Fr. 3072 berechnet, während in der lateinischen Union sein Wert zur Zeit Fr. 3444 beträgt.)

Gegenwärtig spricht man wieder von einem erneuten Betrieb des Bergwerks.

---

[1]) *Walkmeister*, op. cit. *Boshard*, loc. cit. pag. 353.

b. Goldgewinnung aus dem Rheinsand. Durch Verwitterung und Zertrümmerung der goldführenden Gesteine gelangt Gold in den Sand der Flüsse. Nach den neueren Bestimmungen enthält der Rheinsand auf 100 Millionen Teile höchstens 56 Teile Gold.

Nach einer alten Überlieferung wurde früher von Zeit zu Zeit im Rheinbette zwischen Chur und Maienfeld Gold gewaschen. Dies warf aber nur einen kärglichen Verdienst ab, der sich in einzelnen, besonders glücklichen Fällen bis auf höchstens 7— 8 Fr. per Mann täglich belaufen konnte[1]).

c. Bergwerk zum Gnapperkopf. Am Westabhange des Calanda liegt bei 1121 m Höhe, SE von Vättis, im Röthidolomit der Gnapperkopf: dolomitischer Kalk, mit Talk überzogen und lagenweise von Quarzit und quarzitischem Konglomerat durchwachsen. *Theobald* erzählt[2]), dass oben, mehr nordöstlich, auf Quarzgängen Fahlerz, Kupferlasur, Malachit, Kupferkies und etwas Bleiglanz vorkommt. Diese Erze wurden ehemals ausgebeutet, und es scheint, nach einigen in Sammlungen erhaltenen Stücken zu schliessen, dass der Kupfergehalt nicht ganz gering gewesen ist.

1860—61 wurde das Bergwerk wieder mit 10 Leuten betrieben. Die gewonnenen Kupfer- und Silbererze wurden nach Deutschland zum Schmelzen und Extrahieren geschickt. 1865—66 wurde abermals ausgearbeitet, dann jedoch die Arbeit bis heute ruhen gelassen. An Ort und Stelle stehen nur noch Reste der Arbeiterhütte.

Röder und Tscharner[3]) erwähnen, dass die Kupfer- und Fahlerze ob dem Kunkels silberhaltig seien. Mir ist keine solche Stelle bei Kunkels bekannt, auch in der übrigen Litteratur findet sich nichts darüber; die citierte Fundstelle ist wohl identisch mit derjenigen am Gnapperkopf.

d. Die Schieferbrüche bei Vadura. Die eocänen Kalkthonschiefer werden auf der Taminaseite des Calanda an einigen Orten ausgebeutet; an drei Stellen bei Vadura, eine nicht weit von der Poststrasse, eine andere etwas höher, eine dritte auf halbem Wege von Vadura nach Ragol, ca. 100 m über der Strasse. In diesen Brüchen werden grosse Platten gebrochen; was sich für

---

[1]) *Boshard*, op. cit., pag. 341.

[2]) Der Calanda, pag. 39.

[3]) *Röder und Tscharner*, op. cit., pag. 266.

Dachschiefer eignet, wird schon an Ort und Stelle ausgelesen, geformt und durchlöchert. Die übrigen Platten werden nach Pfäfers transportiert, wo sie in einer Fabrik poliert, geschnitten und zu Tischplatten oder Schreibtafeln verarbeitet werden.

Die Schiefer streichen bei Ragol und Vadura N 50°—60° E und fallen 40°—50° nach SE; das Streichen stimmt mit der Richtung des Clivage der Umgebung und nicht mit derjenigen der Schichtung. (Vgl. Kapitel 9, Teil I.) Also werden diese Schiefer Massenschiefer sein[1]), d. h. ihre Schieferung ist nicht eine primäre Schichtung, sondern transversale Schieferung oder Clivage. Sie lassen sich in jeder Dicke spalten und werden als Dachschiefer verwendet, obschon sie sich dazu nicht besonders gut eignen.

e. Steinbrüche bei Ragaz, Untervaz etc. An mehreren Orten am Calanda werden Bausteine gebrochen. Besonders renommiert sind die Steinbrüche bei Ragaz und derjenige von Untervaz.

Der Steinbruch von Ragaz liegt bei „Loch" an der Strasse von Ragaz nach Tardisbrücke, $1^1/_2$ km weit vom Städtchen, im Nummulitenkalke. (Vgl. erster Teil, Abschn. 9.) Das Gestein wird für Prachtbauten verwendet (Säulen im Vestibül des eidg. Physikgebäudes in Zürich). Poliert sieht es mit den grossen, grauen Nummuliten, Kalkalgen, Lithothamnien etc. und den weissen Calcitadern im dunkelen Gesteinsgrunde sehr schön aus, ist deshalb gesucht und wird als Sockelblöcke, Tischplatten u. s. w. nach allen Teilen der Schweiz versandt.

Der Steinbruch am Horn bei Untervaz, an der Strasse von Zizers nach Untervaz, liegt im Malm (Untervazer Marmor). (Vgl. erster Teil, Abschnitt 4.)

Andere, weniger wichtige Steinbrüche finden sich in allen Gesteinen des Calanda.

Zusammenfassung der hauptsächlichsten Resultate.

Am Aufbau des Calanda sind alle Formationen vom Verrucano bis Eocän in ununterbrochener statigraphischer Reihe beteiligt. Der schieferige Verrucano stellt hier ein dem Somvixer Dioritporphyr ähnliches, gequetschtes

---

[1]) Vgl. *Alb. Heim*, Mechanismus II, pag. 67.

Gestein dar. Einzig der eigentliche Lias kommt nicht vor; er ist durch die Opalinusschiefer vertreten, für die eine Grenze gegen den Eisensandstein des Dogger nicht besteht, und die von manchen Stratigraphen schon zum Dogger gerechnet werden.

Das Tithon tritt in zwei Facies auf: als Balfriesschiefer in starker Verbreitung, und als Troskalk; eine durch Gebirgsdruck metamorphosierte Form des letzteren ist der Untervazer Marmor, dessen weisse Streifen als verzerrte Reste von Korallen aufzufassen sind.

Tektonisch stellt der Calanda eine mächtige, weit nach NW überliegende Falte mit Malm-Gewölbekern und Eocän-Mulde, Streichen SW-NE, das östliche Ende des Südflügels der Glarner Doppelfalte dar, dessen Gewölbeschenkel vom Ringelspitz ostwärts in den Calanda um ca. 500 m absinkt, hier nach NE umbiegt und wahrscheinlich noch über das Ostende des Nordflügels hinausgreift.

Zahlreiche kleinere Fältelungen, Faltenverwerfungen, Clivage senkrecht zur Schubrichtung u. s. w. komplizieren den Gebirgsbau namentlich in der Gipfelzone.

Anhangsweise wurden noch die Hügel im Rheinthal von Chur bis Reichenau im einzelnen untersucht und die meisten als Bergsturz-Relikte verschiedener Provenienz (Flims, Kunkelspass, Calanda, Pizokel) erkannt. Ihre Bildung fällt in die letzte Interglacialzeit.

Für den Kunkelspass-Thaltorso ergab sich aus der näheren Betrachtung von Lage und Herkunft des Erraticums, dem Studium der Terrassensysteme als Thalböden-Relicten, den alten Moränensee-Ablagerungen u. s. f. die volle Bestätigung der *Heim*'schen Ost- und Westrhein-Theorie.

Bemerkungen zur Karte.

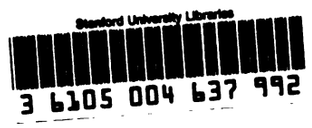
1. Die steilen Felsen ob der goldenen Sonne gehen nach Osten bis nach Felsberg hinab. Alles ist Hochgebirgskalk. *Theobald*[1]) glaubte unterhalb der Schutthalde ob Felsberg die Schiefer der goldenen Sonne, d. h. Opalinusschiefer und Dogger gefunden zu haben. Ich fand nichts Ähnliches. Es kann sein, dass seither (40 Jahre) der Schutt diese Aufschlüsse bedeckt hat. *Theobald* erwähnt, dass er zu unterst an dem anstehenden Felsen einen in Kalkspat umgewandelten Belemnites hastatus und den Abdruck einer Terebratula gefunden habe. Ich bin mehrmals an der Stelle gewesen und fand nur einen sehr schlechten, kaum erkennbaren Belemniten.

2. Über die Verhältnisse südlich der Ruine Neuenburg vom Rheine bis nach Curtanetsch und Pramieisters hinauf bin ich nicht ganz im klaren. Am Rheine kommt ein dichtes, teils dunkles, teils helles Gestein vor, das dem Hochgebirgskalke sehr ähnlich sieht; den Lagerungsverhältnissen nach muss das auch Malm sein. Hält man es für Malm und geht nach NE aufwärts, so findet man kein Neocom, weiter oben kommt typischer Schrattenkalk; dazwischen wird der Kalkstein, der dem Schrattenkalke sowie manchen Varietäten des Hochgebirgskalkes ähnlich sieht, etwas schiefrig, grau, krystallinisch. Einen plötzlichen Gesteinswechsel, eine Kontaktstelle, fand ich nicht, auch keine Petrefakten, ausgenommen ein Stück, das den gequetschten Petrefakten vom Untervazer Marmor sehr ähnlich sieht. Auf der Karte habe ich alles als Schrattenkalk bezeichnet, weil ich, wenn ich unten Malm bezeichnet hätte, nicht wüsste, wo die Grenze gegen den Schrattenkalk ziehen. Eine spätere, günstige Entdeckung wird die Sache vielleicht aufklären; ich ziehe es vor, sie jetzt unerklärt zu lassen, anstatt auf Hypothesen einzutreten.

[1]) Der Calanda, pag. 22.

3. Das petrefaktenleere Gestein vom Sesselkopf konnte nur durch die Lagerungsverhältnisse als Untervazer Marmor, d. h. als Tithon erkannt werden. Als Stütze meiner Ansicht dienen folgende Thatsachen: ca. 500 m S von Sesselkopf, bei „Äusserer Sessla", wo das Fallzeichen markiert ist, liess sich sicher Tithon konstatieren; im dunklen Gestein fand sich ein ziemlich deutlicher Rest einer Koralle, und 200 m S von dieser Stelle, nahe bei Äusserer Sessla steht typischer Hochgebirgskalk an. Zwischen diesen Stellen und Sesselkopf fehlt das Neocom. Das Gestein von Sesselkopf kann deshalb, trotz seiner grossen Ähnlichkeit mit dem Schrattenkalk, nichts anderes als eine Abänderung des Untervazer Marmors sein. Diese Annahme wurde dadurch bestätigt, dass sich Neocom mit Petrefakten auf der anderen Seite nördlich vom Sesselkopf, beim Tanzboden, nachweisen liess. Diese und ähnliche Beobachtungen liessen mich den Ostabhang des Calanda von Salazalp bis zum Rheine hinab, sowie das Gebiet nördlich und südlich davon ganz anders kartieren, als es von *Theobald* (Blatt XIV) geschehen ist.

To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below



554.
B423
no. 37
1897

785979